surveying

أصول المساحة

المهندسة
رزان إبراهيم أبو صالح

اعد هذا الكتاب
بالإعتماد على الخطط الجديدة لجامعة البلقاء التطبيقية



أصول المساحة

Surveying

أصول المساحة

Surveying

تاليف

المهندسة

رزان إبراهيم أبو صالح

الطبعة الأولى

2011م – 1432هـ



المملكة الأردنية الهاشمية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2008/7/2415)

526.31

أبو صالح، رزان

أصول المساحة/رزان إبراهيم أبو صالح .- عمان: مكتبة المجتمع ،2008.

(   ) ص

ر.إ. : 2008/7/2415

الواصفات: /الجيوديسيا// الرياضيات/

- أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية

الطبعة العربية الأولى

2011م – 1432هـ



عمان – وسط البلد – ش. السلط – مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن

عمان – ش. الملكة رانيا العبد الله – مقابل كلية الزراعة –

مجمع زهدي حصوة التجاري

www: muj-arabi-pub.com

Email: Moj_pub@hotmail.com

ISBN 978-9957-525-55-2 (ردمك)

الفهـــرس

مقدمة

قبل البدء بتنفيذ أي مشروع لابد في البداية من الإستعانة بالعمل المساحي كعملية أساسية لتنفيذ أو إنشاء أي مشروع ،

وفي السنوات الأخيرة زاد الاهتمام بهذا المجال بشكل كبير، فبدأت الاختراعات تتوالى وبدء ظهور مجموعة من الأجهزة المساحية المتطورة والتي خدمت هذا المجال وبشكل كبير، حيث عملت على توفير الوقت والجهد للحصول على الدقة المطلوبة.

وفي هذا الكتاب تم تناول مجموعة من الأجهزة والأدوات المساحية، التي تم استخدام جزء منها منذ القدم ومازال بعضها يستخدم إلى الآن.

ويعتبر هذا الكتاب كبداية لعلم المساحة الذي يوضح مختلف الطرق والوسائل المستخدمة لإيجاد المساحات وقياس المسافات وإيجاد الزوايا ومناسيب النقاط وخطوط الكنتور، وبالتالي يساعدنا في عملية رسم الخرائط المساحية وبمقاييس رسم مختلفة .

وفي الختام نرجو من المولى عز وجل أن نكون قد وفقنا في هذا الكتاب للوصول إلى الهدف المرجو منه وأن يحقق الإفادة لكل من يهتم بهذا المجال.

المؤلف

الوحدة الأولى

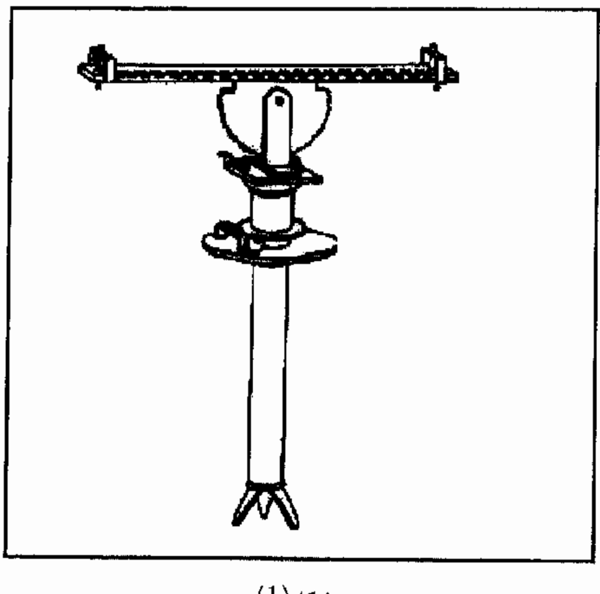
مساحة الجنزير

(Chain Surveying)

مقدمة:

استخدم علم المساحة منذ القدم حيث اعتبر قدماء المصريين أول من استخدم هذا العلم وذلك لأجل تقسيم الأراضي إلى قطع لسهولة فرض وجمع الضرائب، حيث استخدموا الحبال المدرجة في قياس المسافات ،

ثم جاء اليونانيون والذين كانوا ول من اخترعوا جهاز للمساحة أطلق عليه اسم Dioptere "ديوبتر" كما في الشكل(1):



شكل(1)

كما اهتم الرومان أيضاً بعلم المساحة فإخترعوا بعض الأدوات المساحية التي استخدمت لأغراض مختلفة كأدوات استخدمت لأغراض التسوية(Choropates) وغيرها.

كما ساهم العلماء المسلمين مساهمة فعالة وكبيرة في علم المساحة من خلال اختراع جهاز الإسطرلاب وبرز مجموعة من العلماء في هذا المجال مثل الإدريسي، والبيروني، والخوارزمي ،........وغيرهم الكثير.

ثم توالت الاختراعات حيث تم اختراع احدث الأجهزة التي ساهمت وبشكل أساسي وكبير في تطوير وتطور علم المساحة.

- **تعريف المساحة(Surveying):**

المساحة هي العلم الذي يبحث في جميع الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما تحتويه اما من معالم طبيعية كالجبال والبحار والقارات والأنهار والهضاب والصحاري أو من معالم صناعية كالمباني والسكك الحديدية والطرق والقرى وحدود الدول والملكيات الخاصة أو العامة أو كالمنشآت الهندسية الأخرى كالسدود والأنفاق واستصلاح الأراضي.

ويتم ذلك من خلال قياس المسافات الأفقية أو العمودية بين النقاط او من خلال قياس الزوايا الرأسية أو الأفقية بين الخطوط والنقط وتعين اتجاهات الخطوط وتوقيع النقط من خلال قياس الزوايا والأطوال وتعين الارتفاعات والانخفاضات على سطح الأرض ثم رسمها على خريطة بمقياس رسم معين يوافق الهدف الذي رسمت من اجله الخريطة.

- **اهمية المساحة(Importance of Surveying):**

تتلخص أهمية المساحة في مجموعة من النقاط وهي:

- تعتبر المساحة الأساس الذي يرتكز عليه عمل الخرائط في مختلف المجالات.
- تفيد في معظم المجالات الحياة المختلفة كتقسيم الأراضي وتحديد المواقع.

- معظم المشاريع الهندسية كالأبنية والطرق والسدود تعتمد بشكل اساسي على المساحة.
- من الصعب الاستغناء عن المساحة في معظم تطبيقات المجالات الهندسية وخاصة الهندسة المدنية
- تفيد أيضا الأعمال المساحية الجغرافيون والاقتصاديون بشكل مباشر او غير مباشر.

مصطلحات:

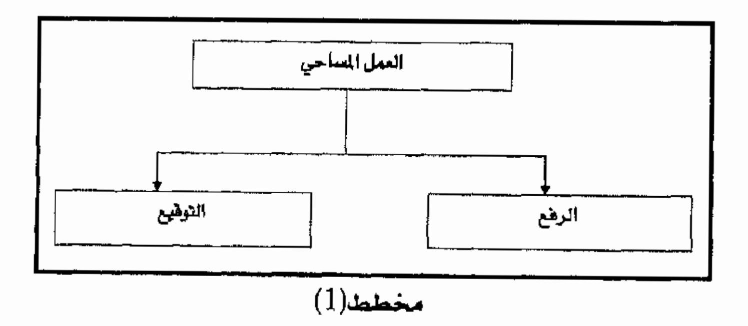
✓ **عملية الرفع:**

هي عملية جمع المعلومات ونقلها من سطح الأرض الى الخرائط أي عملية رسم المسقط الأفقي لها.

✓ **عملية التوقيع:**

هي عملية نقل المعلومات من الخريطة إلى سطح الأرض.

والمخطط(1) يوضح ما سبق:



مخطط(1)

❖ القياسات المساحية:

يوجد ثلاثة أقسام رئيسية للقياس:

- قياس المسافات.
- قياس الاتجاهات والزوايا.
- قياس الارتفاعات.

❖ وحدات القياس" **Units Of Measurement**":

تعبر وحدات القياس عن مقادير كل من الاتجاهات والمساحات والحجوم والأطوال والزوايا.

ويوجد نظامين للقياس:

- النظام المتري"Metric System".
- النظام الانجليزي"English System".

وفيما يلي شرح لكل نظام:

✓ النظام المتري"**Metric System**":

هذا النظام يعتبر المتر هو الوحدة الأساسية وتستخدم لقياس الأطوال بينما في هذا النظام المترالمربع أو الهكتار الذي يساوي1000 مترمربع لقياس المساحات والمترالمكعب لقياس الحجوم، والكيلوغرام لقياس الكتلة، والثانية لقياس الزمن.

✓ النظام الانجليزي"English System":

يعتبر هذا النظام القدم هو الوحدة الأساسية لقياس الأطوال والقدم المربع لقياس المساحات والأقدام المكعبة لقياس الحجوم، والباوند وحدة قياس الكتلة، والثانية لقياس الزمن.

❖ وحدات قياس الأطوال"Units Of Measurement":

والجدول التالي يوضح وحدات قياس الأطوال في النظام المتري والنظام الانجليزي:

وحدات قياس الأطوال في النظام الدولي
1ملم= 1000 ميكرومتر
1سم = 10 ملم
1ديسمتر = 10 سم
1م = 1000 ملم
1م = 100 سم
1م = 10 ديسمتر
1هكتومتر = 100 م
1كلم = 10 هكتومتر
1كلم = 1000 م

وحدات قياس الأطوال في النظام الانجليزي
1 ميل = 1760 ياردة
1 ياردة = 3 قدم
1 قدم = 12 بوصة

❖ والجدول التالي يوضح العلاقة بين النظام الدولي والنظام الانجليزي لقياس الأطوال:

العلاقة بين النظام الدول والنظام الانجليزي
1 م = 3.2808 قدم
1م = 39.37 بوصة
1 م= 1.0936 ياردة
1 كلم = 0.6214 ميل
1 بوصة = 2.54 سم
1 قدم = 30.48 سم
1 ياردة = 91.44 سم
1ميل = 1609.35 م
1 ميل = 1760 ياردة

❖ والجدول التالي يوضح بعض عمليات التحويل لوحدات النظام الدولي:

م	من	إلى	العمل
١	ميكرو متر	مليمتر	نقسم على ١٠٠٠
٢	مليمتر	سنتيمتر	نقسم على ١٠
٣	سنتيمتر	متر	نقسم على ١٠٠
٤	مليمتر	متر	نقسم على ١٠٠٠
٥	متر	كيلو متر	نقسم على ١٠٠٠
٦	مليمتر مربع	متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
٧	سنتيمتر مربع	متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠
٨	متر مربع	كيلو متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
٩	سنتيمتر مكعب	متر مكعب	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
١٠	مليمتر	ميكرون	نضرب في ١٠٠٠
١١	سنتيمتر	مليمتر	نضرب في ١٠
١٢	ديسمتر	سنتيمتر	نضرب في ١٠
١٣	متر	سنتيمتر	نضرب في ١٠٠
١٤	كيلومتر	متر	نضرب في ١٠٠٠

❖ وحدات قياس المساحة "Units Of Area":

والجدول التالي يوضح وحدات قياس المساحة:

وحدات قياس المساحة
1 م^2= 10000 سم^2
1 م^2 = 100 ديسمتر^2
1 كلم^2 = 10^6 م^2
1 دونم = 1000 م^2
1 كلم^2= 1000 دونم
1 هكتار= 10 دونم
1 هكتار= 10000 م^2
1 كلم^2 = 100 هكتار

❖ وحدت قياس الحجوم "Units Of Volume":

والجدول التالي يوضح وحدات قياس الحجوم:

وحدات قياس الحجوم
1 م^3= 10^6 سم^3
1 م^3 = 1000 ديسمتر^3
1 م^3 = 1000 لتر
1 لتر = 1000 سم^3

وحدة قياس الزوايا"Angular Units":

تعتبر الدائرة الأساس في عملية قياس الزوايا وان أي زاوية يكون مقدارها دائرة أو جزء من الدائرة.

- **الأنظمة الرئيسية للزوايا:**

يوجد ثلاثة أنظمة رئيسية للتعبير عن الزوايا وهي:

أ) النظام الستيني.
ب) النظام المئوي.
ج) النظام الدائري.

وفيما يلي شرح لكل نظام:

أ) النظام الستيني:

وفيه يتم تقسيم الدائرة إلى $360°$ درجة ستينية وتقسم الدرجة إلى 60 دقيقة وتقسم الدقيقة إلى 60 ثانية وتكون الزاوية القائمة في هذا النظام مساوية إلى $90°$.

ويرمز لهذا النظام في الحاسبات الإلكترونية بالرمز"DEG" وهو اختصار لكلمة Degree" اي درجة ستينية".

ب) النظام المئوي:

وفيه تقسم الدائرة إلى 400 درجة مئوية وتقسم الدرجة المئوية إلى 100 دقيقة مئوية والدقيقة المئوية تقسم 100 ثانية مئوية والزاوية القائمة تساوي 100 درجة مئوية.

ويرمز لهذا النظام في الحاسبات الإلكترونية بالرمز GRA وهو اختصار لكلمة "Gradient" التي تعني درجة مئوية.

ويرمز للدرجة المئوية بالرمز"g" والدقيقة المئوية بالرمز"C" والثانية المئوية بالرمز"CC"وهذا يعني أن كل:

$1^{g}= 100^{c}$

$1^{c}= 100^{cc}$

ج) النظام الدائري:

تقسم فيه الدائرة إلى 2π حيث يعتبر π نسبة ثابتة تساوي النسبة بين محيط الدائرة وقطرها.

والزاوية القائمة في هذا النظام هي $\frac{\pi}{2}$.

✓ العلاقة بين وحدات الزوايا المختلفة:

يوضح الجدول التالي العلاقة بين الأنظمة الثلاثة(النظام الستيني، النظام المئوي، النظام الدائري):

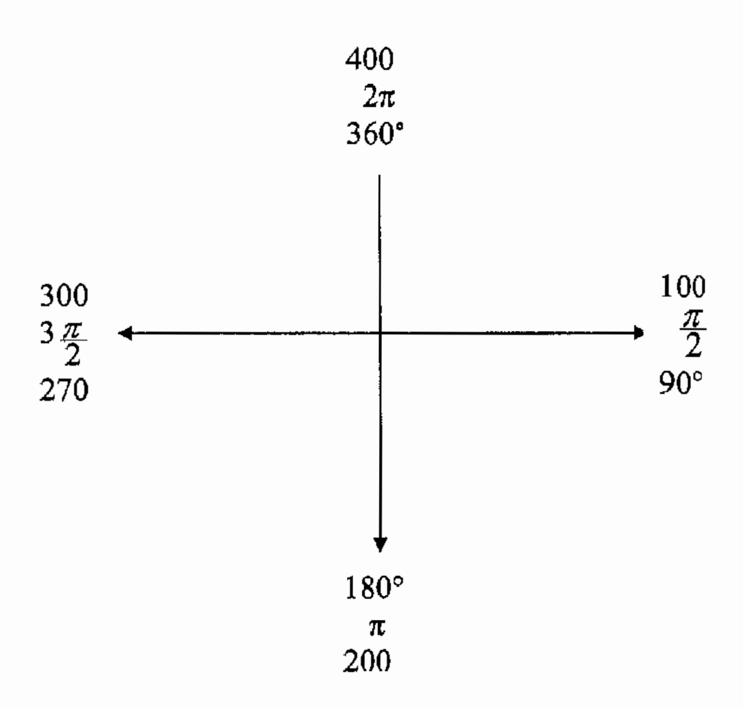
الأقسام	الدرجة الستينية	الدرجة المئوية	الدرجة الدائرية
الدائرة	$360°$	400	2π
نصف الدائرة	$180°$	200	π
ربع الدائرة	$45°$	50	$\frac{\pi}{4}$
الزاوية القائمة	$90°$	100	$\frac{\pi}{2}$

ونجد أن الدرجة الستينية = 1.111 درجة مئوية.

الدرجة المئوية = 0.9 درجة ستينية =54 دقيقة

الدرجة الدائرية = 57.2959 درجة ستينية وتكتب في "45 '17 °57

<u>والشكل التالي يوضح الزوايا في جميع ارباع الدائرة:</u>



والجدول التالي يوضح طريقة التحويل بين انظمة قياس الزوايا:

من	الى	الطريقة
ستيني	جراد	نضرب $(\frac{10}{9})$
ستيني	راديان	نضرب $(\frac{\pi}{180})$
جراد	ستيني	نضرب $(\frac{9}{10})$
جراد	راديان	نضرب $(\frac{\pi}{200})$
راديان	ستيني	نضرب $(\frac{180}{\pi})$
راديان	جراد	نضرب $(\frac{200}{\pi})$

❖ اقسام المساحة"**Types Of Surveying**":

تقسم المساحة عادة الى مساحة حقلية" Field Surveying ""مساحة ارضية"، أو مساحة ميدانية ويتم اخذ القياسات من سطح الارض ومساحة جوية" Aerial Surveying"، ويتم اخذ القياسات من صور جوية ملتقطة لسطح الارض.

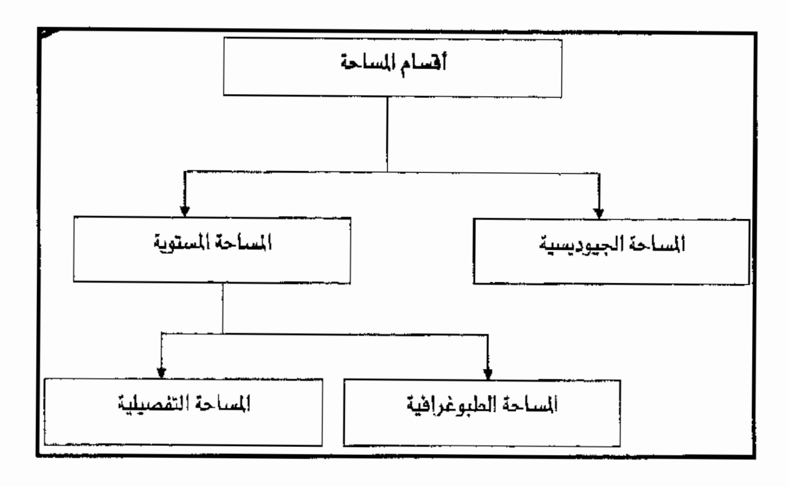
1) المساحة الحقلية"**Field Surveying**":

في هذا النوع من المساحة الحقلية أو الميدانية يتم اخذ القياسات مباشرة من سطح الارض من خلال اجهزة بسيطة أو متقدمة وتقسم الى قسمين هما:

أ. المساحة المستوية.

ب. المساحة الارضية"الجيوديسية".

والمخطط التالي يوضح اقسام المساحة:



وفيما يلي شرح لكل قسم:

أولا: المساحة المستوية" Plane Surveying ":

تعتمد هذه المساحة على تحديد مواقع على سطح الارض لبيان الحدود والمعالم الطبيعة والغير الطبيعية لإجزاء من سطح الارض ثم تمثيل هذه المعالم في خرائط على اساس ان سطح الارض مستوي في المنطقة المراد رفعها وفيها تهمل كروية الارض، حيث ان هذا الاهمال لاينتج عنه خطأ خاصة في المساحات التي تزيد عن 250كلم2 او في حال كون الدقة المطلوبة ليست عالية وتستعمل في رفع المساحات الصغيرة أو المتوسطة ،

ويفترض في هذه المساحة مايلي:

- جميع خطوط الجاذبية موازية لبعضها ومتعامدة على سطح الارض.
- اقصر خط بين نقطتين على سطح الارض هو خط مستقيم غير مقوس.
- زاوية التقاطع بين أي خطين مستقيمين هي زاوية مستوية وليست كروية.

وللمساحة المستوية قسمان:

1. المساحة الطبوغرافية "Topgrahical Surveying".
2. المساحة التفصيلية " Cadastral Surveying".

(1) المساحة الطبوغرافية "Topgrahical Surveying":

وهي المساحة التي تقام من اجل تجميع معلومات عن سطح الارض بغرض اعداد خرائط طبوغرافية ويتم فيها اقامة الضوابط الارضية " Ground Control Points "التي تبين الاحداثيات لنقاط معلومة على سطح الارض تستعمل كمرجع لاعمال المساحة الأخرى.

وتهدف هذه المساحة الى:

- رسم خرائط المدن والمحافظات وبيان جميع المعالم الطبيعية والصناعية لها.
- تستعمل للدراسات الاولية للمشاريع المختلفة كمشاريع الطرق والمياه وايضا الاستفادة منها في بعض الدراسات العسكرية والجيولوجية.
- توضح ارتفاعات وانخفاضات سطح الارض من خلال رسم خطوط الكنتور او بطريقة اخرى وتفيد في معظم الاعمال الهندسية.

(2) المساحة التفصيلية "Cadastral Surveying":

تستعمل من اجل رسم الخرائط التفصيلية للمعالم الموجودة في الخرائط الطبوغرافية وبيان حدود الاراضي الزراعية وكذلك يشمل هذا النوع من المساحة ايجاد حدود الملكيات العامة والخاصة ،

ويتم استعمال فيها مقياس رسم كبير حيث يكون عادة هذا المقياس في المدن 1:500 ، 1:2500 ، 1:500.

المساحة الجيوديسية "Geodetic Surveying":

تستخدم في قياس حجم وشكل وجاذبية الارض وكذلك ايجاد اتجاهات الخطوط على سطح الارض وحساب المسافات الافقية والعامودية بين النقاط على سطح الارض وبدقة عالية ،

ايضا تفيد في ايجاد احداثيات هذه النقاط مع ملاحظة آخذ كروية الارض بعين الاعتبار وذلك لأن المناطق التي يتم رسم خرائط لها هي لمساحات كبيرة مما يلزم ظهور تأثير كروية الارض عند رسم المستويات الأفقية وبالتالي يؤخذ مقياس رسم صغير جدا يصل الى 1:10000 أو اصغر.

ثانياً: المساحة الجوية "Aerial Surveying":

يتم فيها رسم خرائط لسطح الارض واخذ القياسات عليه من خلال مرئيات جوية باستعمال الطائرات او أي من المركبات الجوية الاخرى.

ثالثاً: الرصد الفلكي:

الرصد الفلكي من الاعمال الهامة في المساحة الجيوديسية حيث يتم فيها رصد الشمس أو النجم القطبي أو بعض النجوم ، ويجب ان تكون لدى الشخص الذي يجري هذا الشيء الخبرة بالارصاد الفلكية من اجل تحديد المواقع على سطح الارض وكذلك ايجاد الزمن من اجل التمكن من ايجاد الزوايا وحل المثلثات.

❖ **مصطلحات اساسية في المساحة:**

يوجد بعض المصطلحات الهامة في المساحة والتي لابد من معرفتها لفهم طبيعة ودقة القياسات المقامة على سطح الارض من اجل اعمال المسح الطبوغرافي والجيلوجي ومنها مايلي:

- المسافة الافقية"Horizontal Distance":

المسافة الافقية بين نقطتين هي المسافة بين مسقطي النقطتين على مستوي افقي ماراً بنقطة مرجعية.

- المستوى الافقي"Horizontal Plane":

المستوي الافقي الذي يمرينقطة ما هو المستوي العمودي على اتجاه الجاذبية الارضية في هذه النقطة

- المسافة الراسية"Vertical Distance":

هي المسافة المقاسة في المستوي الراسي.

- المستوي الراسي "Vertical Plane":

المستوي الراسي المار بنقطة ما هو المستوي الذي يحوي على الخط الراسي المار بتلك النقطة.

- السطح المستوي"Level Surface":

هو السطح الذي يتعامد في جميع نقاطه مع اتجاه الجاذبية الارضية.

- مقياس الرسم"Scale":

هو النسبة بين طول الخط في الخارطة الى طول الخط الافقي المناظر له في الطبيعة.

مثال:

مقياس الرسم 1:100 يعني ان كل:

1سم على الورقة"الخارطة"يقابل 100 سم على الواقع"الطبيعة".

- قياس الأطوال:

يتم قياس الاطوال من خلال قياس المسقط الافقي لهذ الطول وذلك من خلال عدة طرق وهي:

1. بواسطة ادوات القياس الطولية.
2. بواسطة الاجهزة الالكترونية.
3. بواسطة قياس الزوايا والاطوال.
4. بواسطة اجهزة القياس التاكيومترية "Tacheometry ".

❖ **أنواع القياسات:**

يوجد نوعان للقياسات المستخدمة في الاعمال المساحية وهي:

أ. القياسات الخطية(الطولية).

ب. القياسات الزاوية.

أ. القياسات الخطية"الطولية":

وهذه القياسات عبارة عن قياسات المسافات الأفقية أو الراسية أو المائلة، حيث ان:

- المسافات الافقية: يتم قياسها بإستخدام اجهزة قياس المسافات مثل"الجنزير الشريط، أو اجهزة القياس الالكتروني، التاكيومترية".

- المسافات الراسية: حيث تكون بالإتجاه الرأسي ويتم قياسها بإستخدام الشريط أو الميزان مع القامة أو بإستخدام جهاز الثيودوليت مع معرفة المسافة الافقية أو المائلة حيث يتم حساب المسافات الرأسية.
- المسافات المائلة: تكون على سطح الارض مباشرة حيث يكون سطح الأرض به انحدار منتظم أو غير منتظم.

مساحة الجنزير(Chain Surveying)

مساحة الجنزير تستخدم في الاراضي ذات المساحات الصغيرة والتي لايتطلب العمل دقة عالية حيث نحصل على خريطة مقبولة الدقة، ويستخدم لقياس المسافات الطولية فقط.

وتمتاز أيضاً هذه الطريقة بان ادواتها سهلة وغير معقدة ولاتحتاج الى اشخاص مهرة لإستخدامها.

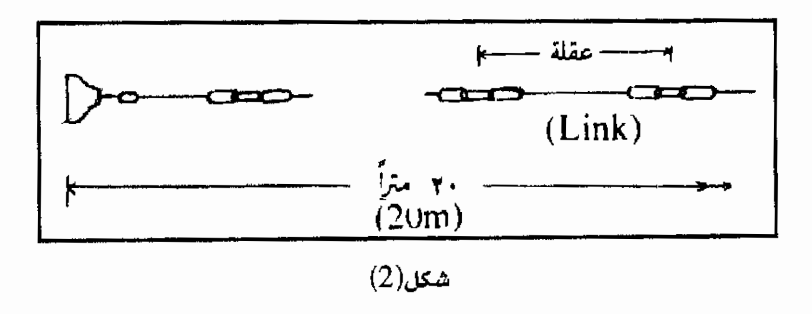
ومن هذه الأدوات لإجراء القياسات الطولية أو الخطية هي:

1. الجنزير.
2. الشواخص.
3. الشوك.
4. الأوتاد.
5. خيط الشاقول.
6. الشريط.
7. دفتر الحقل.

وفيما يلي شرح لكل منها:

(1) الجنزير"Chain Surveying":

استخدم منذ القدم لقياس الاطوال بسبب رخص ثمنه وسهولة استخدامه ويتألف من مجموعة من العقل(Link) المصنوعة من الصلب أو الحديد مدهونة باللون الاسود لحمايته من الصدا، وترتبط كل عقلة بالأخرى بواسطة حلقة مصنوعة من نفس المعدن، وفي نهاية طرفي الجنزير يوجد مقبضين من النحاس ويتكون الجنزير من 100 عقلة طول كل عقلة مع حلقاتها 20 سم، واطوال الجنزير المستعملة في الاردن(10- 20- 30) م، والطول الاكثر شيوعاً هو 20 م، حيث يعتبر طول الجنزير من خارج القبضتين كما في الشكل(2):



شكل(2)

ولسهولة استعماله في قياس الاطوال تم وضع علامات معينة نحاسية تدل على المسافات وهي كما يلي:

- عند نهاية كل مترين اي(10 عقل) توضع علامة نحاسية ذات سن واحد.
- عند نهاية 4 امتار تكون العلامة النحاسية ذات سنين.
- عند نهاية 6 امتار تكون العلامة ذات 3 اسنان.
- عند نهاية 8 أمتار تكون العلامة ذات 4 اسنان.
- عند نهاية 10 أمتار وهو منتصف الجنزير توضع علامة مستديرة.

ملاحظة:

لابد من الانتباه ان العلامات الموجودة في بداية الجنزير توجد نفسها في نهاية الجنزير ،

فمثلاً:

مسافة 2 متر ذات علامة السن الواحد في بداية الجنزير يقابلها من الجهة الأخرى مسافة 18 متر وهكذا للبقية ،

والشكل(3) التالي يوضح الرموز الخاصة بالامتار:

2	4	6	8m	10
18	16	14	12	10 m

شكل(3)

وفي بعض الجنازير يمكن استبدال العلامة النحاسية بعلامات اخرى، فمثلاً:

- يتم استعمال علامة بلاستيكية في نهاية كل متر من طول الجنزير وتوضع في منتصف الجنزير علامة مستديرة.
- وفي بعض الأنواع الأخرى من الجنازير تعلق علامة معدنية مثلثة الشكل يتم كتابة البعد عليها، بدءاً من بداية الجنزير.

❖ طريقة إستعمال الجنزير:

لابد من ضرورة فرد الجنزير قبل استعماله وذلك من خلال مسك قبضتي الجنزير باليد اليسرى ثم فرده بقوة، وبعد ذلك يتم اخذ إحدى القبضتين والذهاب بها للأمام لكي يتم عملية الفرد تماماً.

ثم يتم التحقق بعد ذلك من طول الجنزير بسبب امكانية تغير طوله نتيجة اتساع حلقاته أو انثناء بعض العقل وذلك بمقارنته بشريط مضبوط من الصلب.

وبعد الانتهاء من عملية القياس يتم طويه من المنتصف على هيئة حزم كل عقلتين مع بعض، حتى نصل الى نهاية الجنزير، وبعد ذلك يربط بحزام خاص به.

❖ ميزات وعيوب الجنزير:

✓ <u>الميزات:</u>

- سرعة اصلاحه.
- رخص ثمنه.
- سهولة استعماله بسبب وضوح تقسيماته الدالة على الأمتار.
- صلابته وقدرة تحمله وخاصة في المناطق الوعرة.

✓ العيوب:

- صعوبة فرده بشكل افقي وخاصة في الأراضي الوعرة.
- بسبب ثقله يحتاج الى وقت اطول لفرده.
- التغير في طوله بسبب انثناء بعض العقلات أو اتساع الحلقات وتأثر طوله بتغيرات درجة الحرارة.

(2) الشواخص"Range Poles or Rods":

الشواخص هي عبارة عن أعمدة خشبية أو معدنية مضلعة أو دائرية المقطع واطوالها يتراوح بين(2-5 m)، وقطر المقطع من(3-5 cm) تقريباً ،

وفي اسفل الشاخص يوجد مخروط معدني ليسهل عملية غرس الشاخص في الأرض، أما عند وجود ارض صلبة فيتم استخدام حامل ذي ثلاث شعب متصلة بانبوبة دائرية يوضع الشاخص داخلها في وضع رأسي كما في الشكل(3)، والشكل(4) يوضح أنواع متعددة للشواخص التي تم ذكرها.

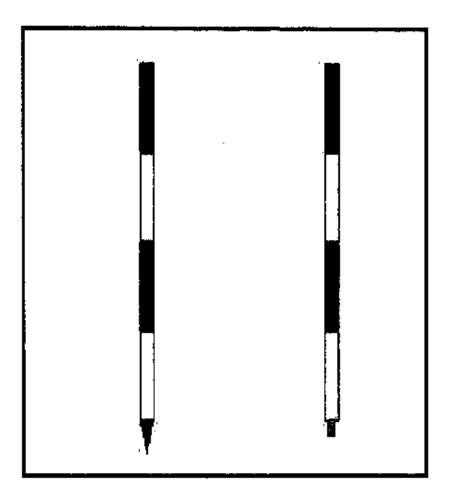
و يدهن الشاخص عادة بلونين(أحمر وابيض أو ابيض واسود) أو ثلاثة الوان(ابيض واحمر واسود) على مسافات متساوية تكون من(20-50cm) وبشكل متعاقب وذلك لتسهيل رؤيتها من بعيد، وتستعمل للقياس التقريبي ،

وقد يتم احياناً وضع رايات ملونة(صفراء أو حمراء) لتسهل رؤيته من بعيد.

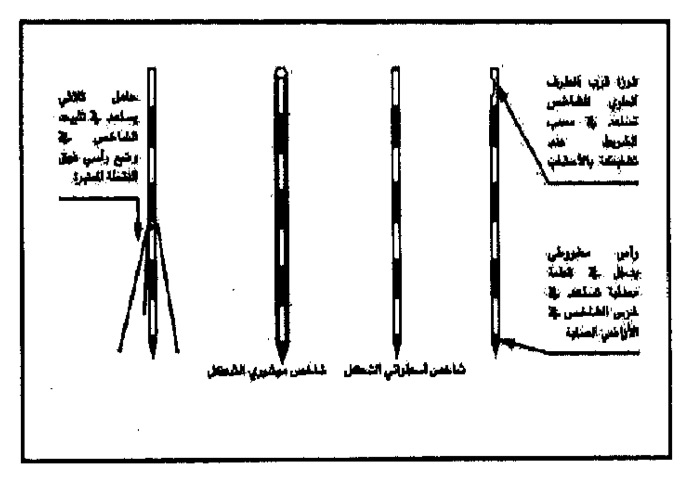
اما الشواخص المعدنية فتعد عملية أكثر لسهولة استعمالها بسبب وزنها الخفيف حيث تكون مجوفة من الداخل ومصنوعة بشكل معرج من الخارج، ونصف قطر هذا الشاخص حوالي $1\frac{1}{4}$ بوصة، ويمكن رؤيته بسهولة ولمسافات طويلة بسبب صناعة المعدن الداخلي من الفلورسنت الاصفر.

❖ **إستعمال الشواخص:**

- تستعمل للقياس التقريبي من خلال الالوان التي يدهن بها الشاخص حيث طول كل جزء كما ذكرنا مساوي لنصف متر تقريباً.
- تستعمل ايضاً لتعيين الإتجاهات.
- تستعمل لمعرفة اماكن الأوتاد حيث يتم الرصد عليها وقياس المسافات بينها وبين اي نقطة جديدة على استقامتها.



شكل(3)



شكل(4)

(3) الشوك"Pins or Arrows":

الشوك هي اسياخ من الصلب او الحديد بطول(40-20) سم وقطرها يتراوح بين(6- 3) مم ،

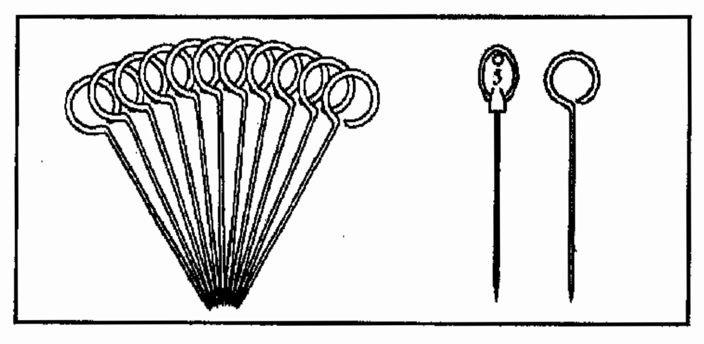
وتكون مدببة الشكل من احد طرفيها ليسهل غرسها في الارض والطرف الاخر على شكل حلقة"مقبض" أو قرص مصمت يحمل رقم معين يساعد هذا الرقم في عد الشوك اثناء عملية القياس كما في الشكل(5).

كما ويمكن لتميزها وضع قطعة قماش ملونة على المقبض او بتلوينها بألوان متبادلة.

ويتم استعمال الشوك المثقلة(Drop Arrow) في الأراضي المنحدرة التي تحوي في نهايتها ثقل وذلك لاسقاطها من اجل تعيين مواقع النقاط.

ويمكن تلخيص استعمالات الشوك فيما يلي:

- لتحديد موضع العمود عند اقامة واسقاط الأعمدة.
- لتحديد بداية ونهاية الشريط عند قياس الاطوال الكبيرة.



شكل(5)

(4) الاوتاد(Pegs):

يوجد نوعان للأوتاد وهما:

أ. الأوتاد الخشبية.

ب. الأوتاد المعدنية(حديدية أو فولاذية).

أ. الاوتاد الخشبية:

هي عبارة عن قطع خشبية مثبتة مضلعة أو مستديرة الشكل طولها حوالي(20-30 cm)، وسمكها يتراوح بين(3-6 cm) ،

يكون احد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الارض وتستعمل هذه الاوتاد الخشبية في الاراضي الغير صلبة حيث تدق بمطرقة ولايظهر منها سوى بضع سنتمترات ما بين(4-7 cm) حتى يسهل الرجوع اليها عند الضرورة ،

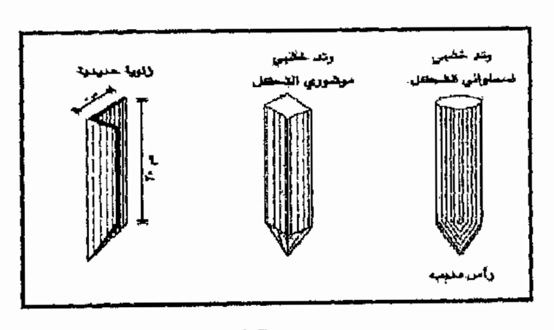
ويتم دق هذه الاوتاد في نقطة بدء القياس أو في النقط المحددة لرؤوس المضلعات ،

وقد يدق احيانا في منتصفها مسمار يكون الاساس في التسامت او القياس.

ب. الاوتاد الحديدية أو الفولاذية:

تكون على هيئة زوايا حديدية بسمك(3-6mm) وابعادها(5*5*30cm)، وقد تكون على هيئة مسامير أو قضبان حديدية بقطر(0.5-2cm) وطول(10-30cm) ويتم استخدام هذه الاوتاد في الاراضي الصلبة التي لايمكن غرس الاوتاد الخشبية فيها.

والشكل(6) يوضح الأنواع المختلفة للأوتاد.



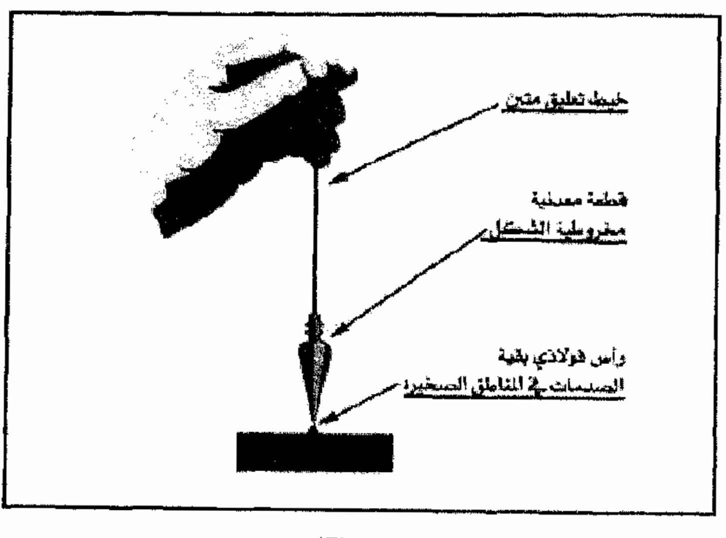
شكل(6)

(5) خيط الشاقول(Plumb Bob):

هو عبارة عن قطعة معدنية ثقلية مخروطية الشكل(الرأس مدبب) وتتدلى بشكل حر من خيط مثبت كما في الشكل(7) ،

ويستعمل من اجل:

- عمليات التسامت(تعيين المسقط الافقي لنقطة ما).
- ضبط رأسية الشواخص وكذلك ضبط حواف واركان المباني.
- تعيين الخطوط الرأسية بشكل عام.



شكل(7)

(6) الشريط(Tape):

يعتبر الشريط من اسهل وافضل ما يستعمل للقياس المباشر، ويوجد له ثلاثة انواع وهي:

1. الشريط التيل أو الكتاني" Linen Tape":

يصنع هذا الشريط من القماش المقوى بأسلاك رفيعة من البرونز(Bronze)، أو النحاس الاصفر" Barss " والاحمر" Opper "بهدف تقويته.

ويعالج بالمواد الشمعية ليقاوم البلل والرطوبة.

ويطلق عليه احياناً اسم الشريط المعدني(Metallic Tape) لإحتوائه على الاسلاك المعدنية.

خصائصه ومميزاته:

- يوجد بأطوال متعددة(10- 15- 20- 25- 30- 50)سم.
- عرضه يتراوح بين(1- 1.5) م.
- يكون مدرج من الوجهين احدهما بالأمتار وتكون مطبوعة باللون الأحمر والوجه الأخر مدرج بالأقدام.
- يحفظ الشريط داخل علبة مستديرة الشكل تسمح باستيعابه ودخوله وخروجه بسهولة.
- يثبت في بدايته بحلقة من النحاس مع وصلة من الجلد ثابتة حسب نوع الشريط وطريقة صنعه.
- يستعمل في الاعمال التي لاتتطلب دقة عالية.
- يستعمل في الاماكن التي تتعرض فيها الاشرطة المعدنية للكسر.
- يستعمل في الاماكن التي يخشى فيها من التيار الكهربائي.
- يتميز بسهولة القراءة من مباشرة.

عيوبه:

- يتعرض للإنكماش وخاصة عند تعرضه للبلل او للرطوبة.

- يتعرض الى تغير طوله نتيجة شده اثناء عملية القياس.
- صعوبة شده اثناء الرياح مما قد يؤدي الى قطعه نتيجة محاولة جعله مستقيماً.

احتياطات الاستعمال:

- في حالة تجمع الاتربة عليه ينبغي لف الشريط عن طريق تمريره بين إصبعين مع وضع قطعة قماش بين الاصبعين لتسهيل إزالة الأتربة.
- للحفاظ على طوله قدر الإمكان ينبغي إبعاده عن الأماكن والأرض المبللة وعن الماء.

2. الشريط الصلب"الفولاذي"(Steel Tape):

تتراوح أطوال هذا الشريط بين(1- 300) م، أو(3-1000) fet ، والشريط الاكثر شيوعا هو الشريط ذو الطول: 100 قدم او 30 م.

ويتراوح عرض الشريط المعدني بين(0.5- 1) سم، ونظام التدريج يكون مقسم حسب النظام المتري الى سنتمترات وديسمترات وامتار، كما وان المتر الاول والاخير قد يحتويان على تقسيمات ميلمترية والبعض الأخر مدرج حسب النظام البريطاني الى انشات(Inches) او اقدام(Feet).

ويحفظ في علبة كعلبة شريط الكتان أو حول بكرة يطلق عليها"البكره الصلب".

ميزاته:

- سهل الحمل وأدق من الشريط.

يتميز بالصلابة وقلة التمدد والانكماش لذلك يعتبر من افضل الاشرطة المستعملة في الاعمال المساحية.

- يعتبر اقل تأثراً بالظروف الجوية.

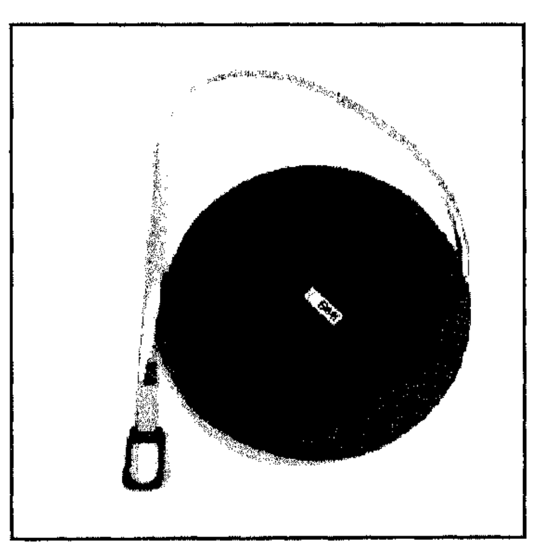
عيوبه:

- معرض للصدأ عند وجود رطوبة زائدة.
- معرض للكسر أو الثني اذا اسيء استعماله.
- يعتبر أثقل وزنا من الشريط التيل واغلى ثمناً.

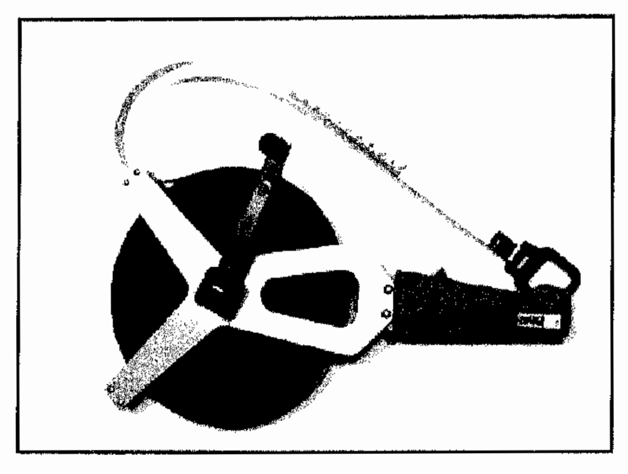
احتياطات الإستعمال:

- يفضل تزييته بعد الاستعمال واستعماله برفق.
- يفضل عند التفافه بالحشائش عدم شده اثناء الاستعمال.
- ينظف بنفس الطريقة التي ينظف فيها شريط التيل.

والشكل(8) يوضح شكل شريط الكتان، أما الشكل(9) فيوضح شكل شريط الصلب.



شكل(8)



شكل(9)

(7) شريط الأنفار(Invar Tape):

يعتبر هذا الشريط من ادق الاشرطة حيث يصنع من مادتي الصلب 64٪ والنيكل 35 ٪ وعرضه 6 مم ،

ويوجد بعدة اطوال منها(30- 100) م، ومعامل تمدده ضعيف جداً يتراوح بين 3.4÷10 7- لكل درجة فهرنهيت.

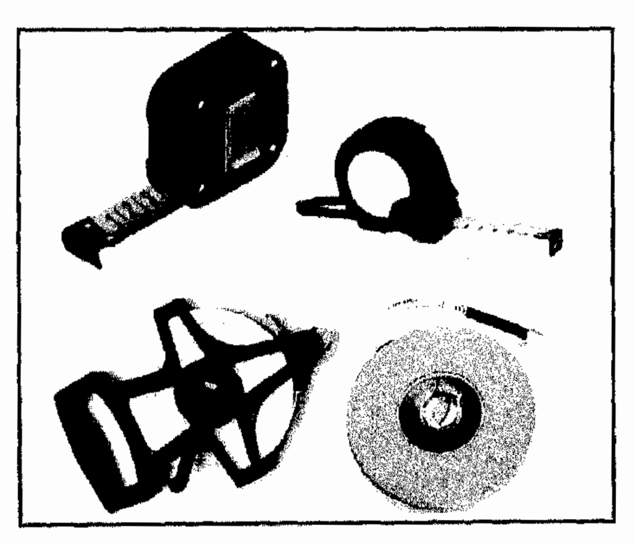
ميزاته:

- يعتبر أدق انواع الاشرطة.
- قلة تأثيره باختلاف درجات الحرارة.
- يستعمل في الاعمال المساحية التي تتطلب دقة عالية كقياس اطوال الخطوط الاساسية في عمليات التثليث(Triangulation)(الشبكات المثلثية).

عيوبه:

- ارتفاع ثمنه
- يتعرض للانثناء والكسر بسهولة.
- يتعرض للصدأ عند تعرضه للرطوبة ولذلك لابد من مسحة بقطعة قماش مبللة قبل لفه ثم تجفيفة ودهنه بطبقة زيت عند حفظه.

والشكل(10) يوضح الأنواع المختلفة لطرق حفظ اشرطة القياس.



شكل(10)

(8) دفترالحقل(Field Note Book):

هو عبارة عن دفتر لكتابة وتدوين الملاحظات اثناء اجراء عمليات القياسات الحقلية، ويحتوي عل الجداول والكروكي التي تخص منطقة المسح.

القياسات الزاوية:

وهي عبارة عن قياس الزوايا في المستوي الافقي أو الرأسي باستخدام اجهزة مختلفة كجهاز الثيدوليت.

القياس المباشر للمسافات.

يشمل القياس المباشر للمسافات:

أ. القياس على الارض المستوية(الأفقية) حيث تشمل:

- المسافة المراد قياسها أصغر من طول الشريط.
- المسافة المراد قياسها أطول من طول الشريط.

ب. القياس على الارض المائلة حيث تشمل:

- الأرض المائلة منتظمة الميل"الانحدار".
- الارض المائلة الغير منتظمة الميل"الانحدار".

وفيما يلي شرح لكل نوع:

أ. القياس على الارض المستوية الأفقية"تقريباً":

عند قياس المسافات على الارض المستوية أو الشبه افقية تواجهنا حالاتين وهما:

(1) إذا كانت المسافة المراد قياسها اصغر من طول الشريط:

نتبع الخطوات التالية:

1. نمد الجنزير أو الشريط بين الوتدين المحددين لطول المسافة بحيث يكون مستقيماً تماماً.
2. نجعل الحد الخارجي لإحد طرفي الجنزير عند نقطة ابتداء الخط.
3. ثم نعين طول المسافة مباشرة على الشريط أو الجنزير المستخدم في عملية القياس ويتم تدوينها.

ملاحظة:

- في عملية قياس المسافات يحتاج العمل الى شخصين على الأقل حيث:
- يطلق على الشخص القريب من المحطة البعيدة والتي يتجه العمل ناحيتها باسم القياس الامامي أو(Head Chainman) أو القائد(Leader).
- يطلق على الشخص الاخر القياس الخلفي(Rear Chainman) أو التابع(Follower).
- المسافة المقاسة لابد ان تكون على خط مستقيم حيث يتم ذلك بإستخدام التوجيه.

ويوجد نوعان للتوجيه وهما:

- التوجيه الامامي.
- التوجيه الخلفي.

أولا: التوجيه(التثليث) الأمامي:

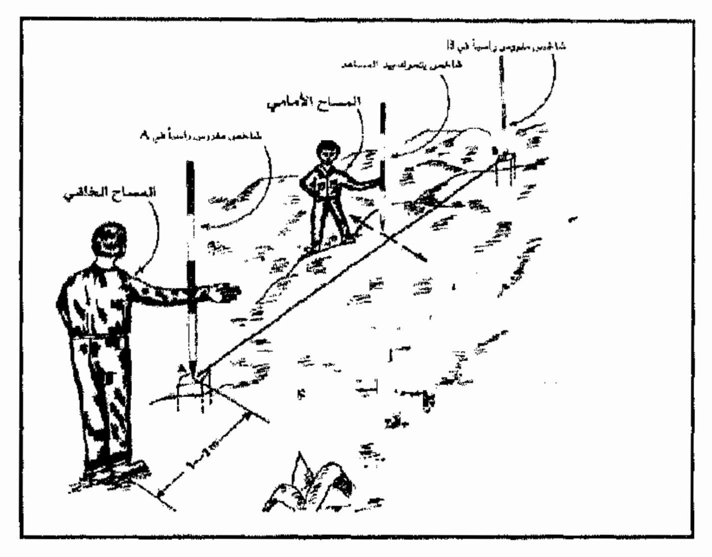
- يتم وضع نقاط متوسطة بين المسافة المراد قياسها على خط مستقيم ونستعمل الادوات التالية:

- الأوتاد.
- مطرقة.
- ثلاث شواخص.

ويقوم بالعمل اثنان من المساحين(أمامي وخلفي).

ويتم العمل وفق الخطوات التاية:

- نثبت وتدين عند نهايتي الخط المراد قياسه وليكن AB ثم نضع شاخص فوق كل منهما.
- يقف المساح الخلفي"التابع"خلف النقطة A بمسافة من(1- 2) م، ثم يتحرك لليمين واليسار حتى يختفي الشاخص الذي فوق النقطة B عن نظره خلف الشاخص الذي فوق النقطة A.
- يتحرك المساح الأمامي"القائد"بين النقطتين A,B وبيده الشاخص الثالث ويتوجيه من المساح الخلفي يميناً، ويساراً حتى تصبح الشواخص الثلاثة على استقامة واحدة.
- يجلس بعده المساح الخلفي القرفصاء، حتى تصبح الشواخص الثلاثة على استقامة واحدة من خلال رؤية كعب الشواخص الثلاثة.
- بعد ذلك يطلب الخلفي من الامامي ان يثبت الشاخص الثالث في هذه النقطة.
- من خلال هذه الطريقة نحصل على استقامة الخط AB كما في الشكل(11).



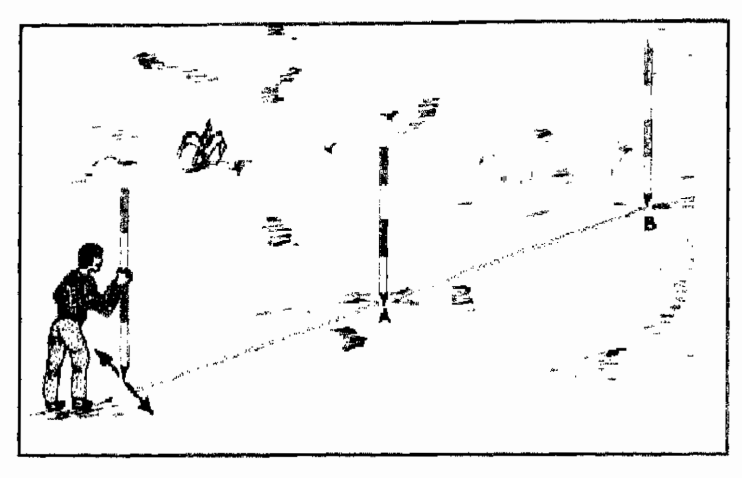
شكل(11)

ثانياً: التوجيه"التثليث"الخلفي:

يتم استخدام نفس الأدوات السابقة التي تم استخدامها في التوجيه الامامي ،

ونتبع الخطوات التالية:

- نثبت الوتدين في A,B ونثبت شواخص في كل من A,B.
- يتحرك المساح الى خلف النقطة A وبيده الشاخص الثالث، ويتحرك الى اليمين واليسار حتى ينطبق معه الشاخص الموجود معه مع الشاخص الموجود على النقطة A.
- عندها تصبح الشواخص على استقامة واحدة وبالتالي يتم تثبيت الشاخص.
- هذه الطريقة يتم فيها الاستغناء عن التوجيه ولانحتاج الا الى مساح واحد ،كما في الشكل(12).



شكل(12)

(2) اذا كانت المسافة المراد قياسها أطول من طول الشريط:

اذا كانت المسافة AB المطلوب قياسها افقية وكانت اطول من طول الجنزير أو الشريط فإن الأدوات المستعملة هي ما يلي:

- ثلاثة شواخص.
- شريط قياس أو جنزير.
- 10 شوك.
- وتدان.

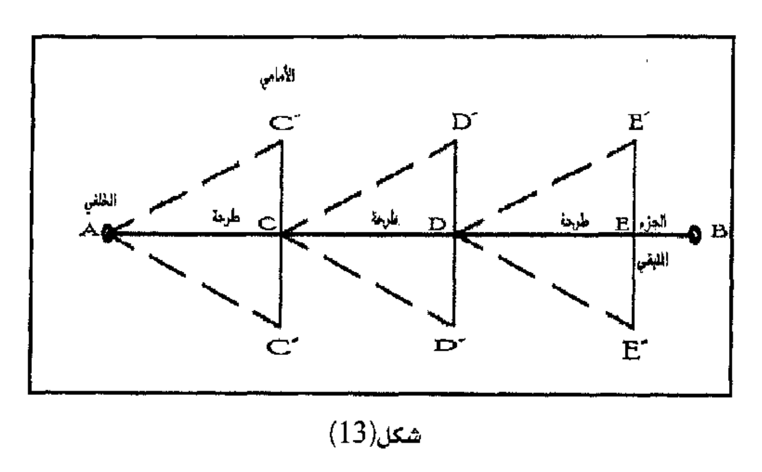
ونتبع الخطوات التالية:

- نثبت وتدين في كل من A,B، ثم نضع شاخصين فوق كل منهما.
- يمسك المساح الخلفي"التابع"صفر الشريط ويمسك المساح الامامي"القائد"علبة الشريط وشاخص وعشرة شوك.
- يثبت الخلفي صفر الشريط فوق النقطة A، ثم يجلس القرفصاء.

- يتحرك الخلفي يميناً ويساراً حتى يرى الشاخص الذي فوق النقطة B خلف الشاخص الذي فوق النقطة A، وبالتالي يصبح الاثنان على استقامة واحدة.
- يتحرك الأمامي باتجاه النقطة B، حتى نهاية الشريط ثم يبدأ بتحريك الشاخص الثالث الموجود معه يميناً ويساراً وبتوجيه من الخلفي حتى تصبح الثلاثة شواخص على استقامة واحدة.
- يتم غرس احدى الشوك التي مع الامامي في هذه النقطة ولتكن النقطة C مكان الشاخص الثالث الذي حصل فيه الانطباق.
- يسحب الآن المساح الأمامي الشريط متوجهاً نحو النقطة B ومعه الشاخص الثالث و9 شوك.
- يتوجه المساح الخلفي نحو النقطة C ومعه صفر الشريط والشاخص الذي كان فوق النقطة A، ويقوم بوضعه مباشرة خلف الشوكة التي في النقطة C، وعلى استقامة مع الشاخص الذي في النقطة B.
- ثم يوجه الخلفي الامامي على الخط AB، ثم تتحدد النقطة D، من خلال انطباق الشواخص الثلاثة، ثم توضع مكان هذه النقطة شوكة.
- يتوجه الأمامي على الخط AB متجهاً باتجاه النقطة B ومعه الشاخص الثالث و8 شوك ونهاية الشريط.
- يرفع الخلفي الشوكة التي في النقطة C ويتجه باتجاه النقطة D ومعه شوكة والشاخص الموجود في C وصفر الشريط.
- يضع الخلفي الشاخص خلف الشوكة الموجودة في D مع مراعاة انطباق الشواخص للتأكد من الاستقامة، كما يبدأ بتوجيه الأمامي للنقطة التالية بنفس الطريقة وهكذا..حتى نهاية الشريط.
- يقاس الجزء المتبقي من الخط والذي يقل طوله عن طول الجنزير أو الشريط، ويضاف للمسافة المستخرجة من عدد الاطوال الصحيحة، كما في الشكل(13)

❖ ملاحظة:

- اذا كان طول المسافة أو الخط اكثر من 200m، أي(10 جنازير) فإن الخلفي يسلم للامامي العشر شوك، ثم يسجل ذلك في دفتر الحقل ضمن الملاحظات بأنه قد تم قياس من المسافة الكلية 200 m.
- يطلق على اسم الشريط المستخدم اسم الطرحة.



شكل(13)

القياس على الارض المائلة:

تمثل الخرائط المستوي الافقي لسطح الارض، لذلك ينبغي عند قياس المسافات ان تكون الابعاد المساحية بين أي نقطتين على الطبيعة مساوية للمسافة الافقية بينهما، وعلى ذلك فإن القياس على الارض الطبيعية مساوية للمسافة الافقية بينهما، وعملية القياس على الارض المائلة مباشرة لايعطينا الابعاد المساحية المطلوبة.

(1) قياس المسافات على أرض منتظمة الانحدار:

لإيجاد المسافة المراد قياسها على ارض منتظمة الانحدار او مكونة من عدة انحدارات منتظمة كما في الطرق المرصوفة، لابد هنا من قياس المسافة المائلة أولاً ثم نحسب منها المسافة الافقية بطريقتين وهما:

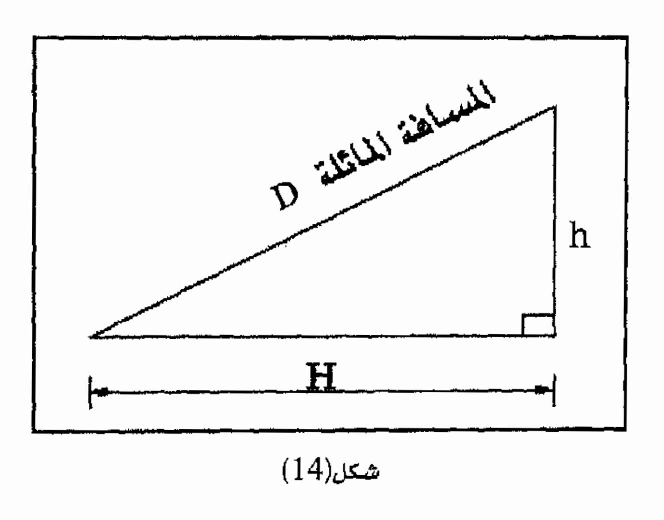
أ. بمعلومية فرق المنسوب بين نهايتي المسافة.

ب. بمعلومية زاوية الميل(الانحدار).

وفيما يلي شرح لكل طريقة:

أ. إيجاد المسافة المائلة بمعلومية فرق المنسوب بين نهايتي المسافة:

يوضح الشكل(14) المسافة المائلة D وفرق المنسوب h معلوم(ويتم تعين فرق المنسوب بواسطة عملية الميزانية).



شكل(14)

ومن خلال تطبيق نظرية فيثاغورث للمثلث القائم الزاوية نجد أن:

$D^2=h^2+H^2$

$H^2=D^2-h^2$

وبالتالي نجد ان المسافة الافقية H تساوي:

$$H=\sqrt{(D\ ^\wedge 2\ -\ h\ ^\wedge 2)}$$

ونجد انه لابد من تصحيح المسافة المقاسةD حتى نحصل على المسافة الافقية H ومقدار التصحيح C تقريباً يساوي:

$$C=\frac{h^\wedge 2}{2D}$$

مثال:

قيست مسافة مائلة فكانت قيمتها 25 م وإذا كان فرق المنسوب h=2.5 m المطلوب إيجاد المسافة الأفقية وقيمة التصحيح للمسافة المائلة.

الحل:

نعوض بالقانون التالي:

$D^2=h^2+H^2$

فنجد ان:

$H^2=D^2-h^2=25^2-2.5^2$

$$H=\sqrt{(25\ ^\wedge 2\ -\ 2.5\ ^\wedge 2)}=24.87\ m$$

مقدار التصحيح للمسافة المائلة:

$$C=\frac{h^2}{2D}$$

$$\frac{2.5^2}{2*25}=0.125$$

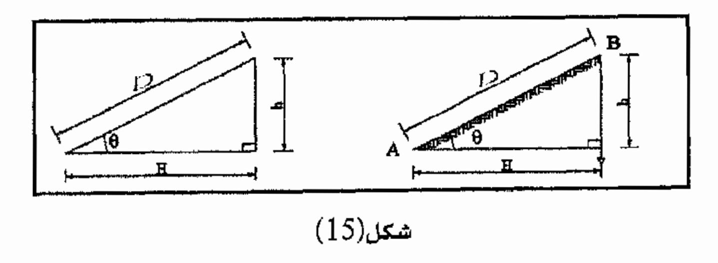
وبالتالي المسافة H الأفقية تساوي:

H=D-C=24.87 m

ب. بمعلومية زاوية الميل(الانحدار) α:

اذا كانت زاوية الميل α(التي تميل بها الارض عن المستوي الافقي) مقاسة بدل من قياس فرق المنسوب بين نهايتي الخط، الموضحة بالشكل(15)، فإن المسقط الافقي H للمسلفة المائلة D يتم حسابها من خلال العلاقة التالية:

$$H=D*\cos\alpha$$



شكل(15)

مثال:

قيست مسافة مائلة فكانت تساوي37 م، وكانت زاوية الميل تساوي $\alpha = 43°$

المطلوب حساب قيمة المسافة الافقية.

الحل:

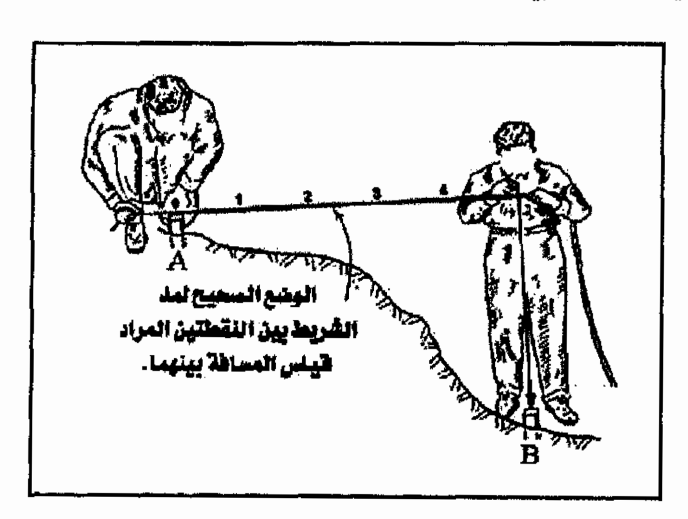
بتطبيق القانون التالي نجد ان:

$$H=D*COS\ \alpha$$

$$37*\ COS\ 43 = 27.06\ m$$

(2) قياس المسافات على ارض غير مستوية أو غير منتظمة الإنحدار أو الميل:

لقياس مسافة على ارض غير منتظمة الانحدار لابد من القياس على عدة مراحل بحيث يكون الشريط مشدود دائماً وفي وضع افقي ويستعان بخيط الشاقول لتحديد ووضع القراءة على الارض كما في الشكل(16) حيث يوضح الطريقة الصحيحة لشد الشريط:



شكل(16)

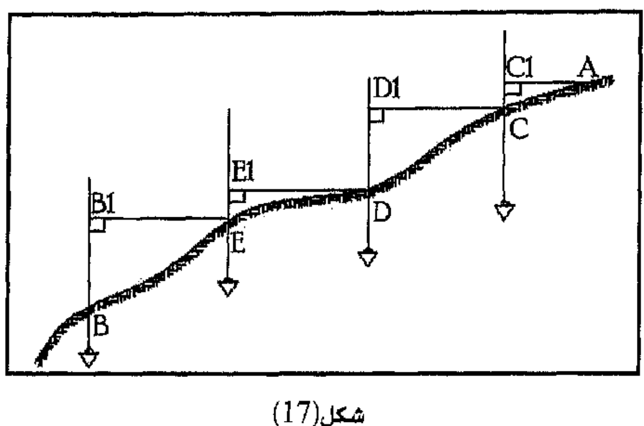
ونستخدم الأدوات التالية في حال وجود أرض غير منتظمة الانحدار:

- شاخص بالحامل.
- شوك مثقلة.
- شريط قياس.
- خيط الشاقول.
- اوتاد.
- مطرقة ودفتر حقل.

وخطوات العمل تعتمد على مقدار طبيعة سطح الارض ومقدار انحدارها مع مراعاة ان نبدأ القياس من الاعلى الى الاسفل(Downhill) وخطوات العمل هي:

- نبدأ بتثبيت وتدين عند المسافة AB المطلوب قياسها ثم نضع شواخص فوقهما.
- نبدأ القياس من النقطة المرتفعة بإتجاه النقطة المنخفضة حيث يمسك المساح الخلفي صفر الشريط فوق الوتد في النقطة المرتفعة بينما يمد الامامي الشريط بيد وباليد الاخرى خيط الثقل يكون حر الحركة.
- يجعل المساح الامامي الشريط افقي قدر المستطاع بالنظر ثم نقوم بإسقاط هذة المساحة الافقية على سطح الارض بالإستعانة بخيط الشاقول ويغرس في هذه النقطة شوكة مثقلة وتسجل المسافة.
- ينتقل المساح الخلفي بعد ذلك بصفر الشريط الى موضع الشوكة المثقلة التي غرسها المساح الامامي وهكذا حتى نهاية المسافة، كما في الشكل(17).
- الطول الكلي للخط = مجموع المسافات الجزئية الافقية المقاسة بالشريط:

$$L = AC_1 + CD_1 + DE_1 + EB_1$$



شكل(17)

✓ أدوات قياس زوايا الإنحدار:

لقيـــاس زوايـــة الإنحـــدار لـــلأرض المنتظمـــة الإنحـــدار يعتبر جهـــاز الثيودوليت(Theodolite) من الأجهزة الدقيقة لقياس الزوايا الافقية والرأسية ،

وهناك اجهزة اقل دقة من الجهاز السابق وهذه الاجهزة هي:

- جهاز الكلينومتر(Clinometer).
- جهاز الأبني ليفل(The Abney Level).

اولا: جهاز الكلينومتر(Clinometer):

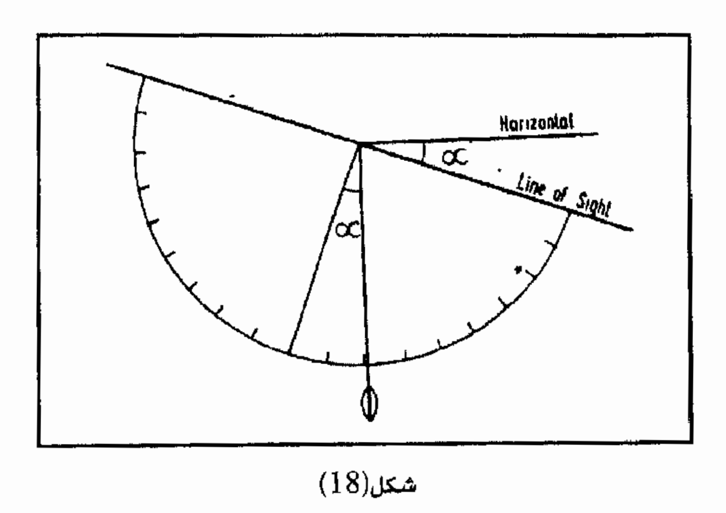
يعتبر هذا الجهازمن الاجهزة البسيطة لقياس الميول والانحدارات وله نوعان:

- الكلينومتر الخشبي.
- الكلينومتر الانبوبي.
- الكلينومتر الخشبي:

يتكون من لوحة مستطيلة خشبية مثبت عليها منقلة يتدلى من مركزها ثقل مربوط وتقرأ زاوية الميلان من المنقلة في الموقع الذي يقع عليه الخيط.

فإذا وضع الكلينومتر على لوح طويل موضوع فوق ارض مائلة فإن قاعدته تبقى موازية لخط ميلان اللوح الخشبي بينما يكون الخيط المتدلي موازي لخط الجاذبية الارضية، فيعطي قرأة انحدار سطح الارض على المنقلة، كما في الشكل(18)

وهذا الجهاز يستعمل في ايجاد انحدارات الاراضي الزراعية في اعمال الري.



شكل(18)

- الكلينومتر الانبوبي:

يستعمل في المسافات البعيدة كإيجاد الميل الى قمة جبل بعيد.

وهو عبارة عن انبوب معدني أو بلاستيكي يمكن النظر منه الى الهدف ومثبت عليه منقلة وثقل مربوط بخيط.

ثانياً:جهاز الابني ليفل(The Abney Level):

يتكون هذا الجهاز من منظار وفقاعة ومنقلة ومؤشر، وتكمن طريقة استعماله في رصد علامة معينة على الشاخص ثم تحريك برغي خاص متصل بالمؤشر الى ان تصبح الفقاعة في وسط مجراها (أي حدوث انطباق بين مركز الفقاعة على العلامة المرصودة على الشاخص) ،

مقدار الزاوية الميل يساوي الزاوية الرأسية التي تحركها المنقلة في الوضع الافقي(الصفر) الى الوضع المائل الموازي لخط ميل المنحدر، ويستعان بالمؤشر لقراءة هذه الزاوية.

إقامة وإسقاط الأعمدة

نحتاج في بعض الاعمال المساحية الى اقامة أو اسقاط عمود في اتجاه معين ، حيث يتم اقامة أو اسقاط الاعمدة على خط جنزير من خلال:

أ. الشريط أو الجنزير.

ب. جهاز البرزما(المنشور المرئي).

وفيما يلي شرح لطرق اقامة واسقاط الاعمدة بواسطة الجنزير أو الشريط:

اولاً: اسقاط الاعمدة بواسطة الجنزير أو الشريط:

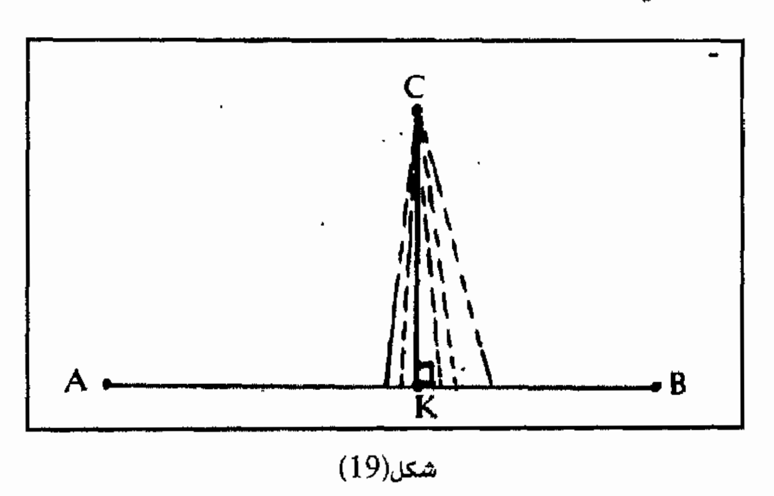
يوجد طريقتان لإسقاط الأعمدة بالاستعانة بالجنزير(أوالشريط) وهما:

1. طريقة اقصر بعد.
2. طريقة المثلث المتساوي الساقين.

1. طريقة اقصر بعد:

ليكن لدينا خط الجنزير المعلوم AB كما هو موضح بالشكل(19)، ولإسقاط عمود على خط الجنزير المعلوم من خلال نقطة C معلومة تقع خارج خط الجنزير AB نتبع ما يلي:

- نضع صفر الشريط على النقطة المعلومة C.
- نحرك الشريط على الجنزير حتى نحصل على اقل قرأة بين النقطة وخط الجنزير.
- تكون اقصر مسافة(بعد) بين النقطة C وخط الجنزير ولتكن القطKا ي CK هي العمود المطلوب اسقاطه وتمثل زاوية قائمة على خط الجنزير AB.



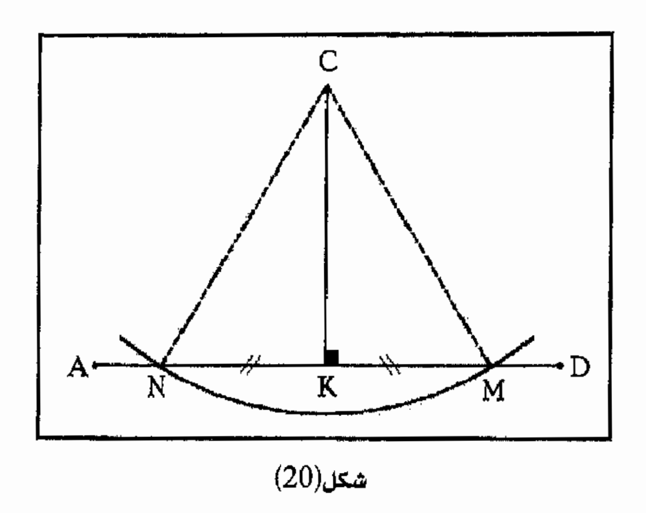
شكل(19)

2. طريقة المثلث المتساوي الساقين:

لإسقاط عمود على خط الجنزير AB من نقطة C معلومة بطريقة المثلث المتساوي الساقين نتبع ما يلي:

- نثبت صفر الشريط عند النقطة C المطلوب اسقاطها كمركز.

- نمـد الشـريط افقيـا، ثـم بفتحـة مناسـبة نرسـم قوساً يقطـع الخـط AB في نقطتين هما N,M.
- ننصف الخط NM فنحصل على النقطة K منتصف المسافة بين NM.
- يكون الخط(المسافة) CK هو العمود المطلوب.



شكل(20)

ثانيا: اقامة الاعمدة بواسطة الجنزير أو الشريط:

يوجد طريقتان لإقامة الأعمدة بواسطة الجنزير وهما:

1. طريقة المثلث المتساوي الساقين.
2. طريقة المثلث القائم الزاوية(نظرية فيثاغورث).

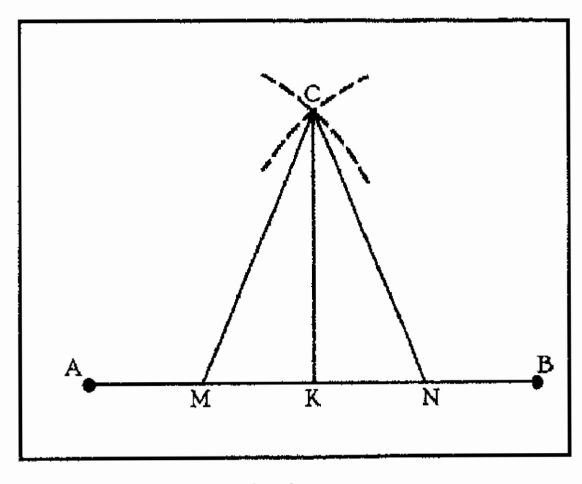
1. طريقة المثلث المتساوي الساقين:

لاقامـة عمـود علـى خـط الجنـزير AB مـن نقطـة K واقعـة علـى الخـط AB نتبع ما يلي:

- نختار نقطتين على خط الجنزير AB، احداهما على يسار الخط ولتكن النقطة M، والاخرى على يمين الخط ولتكن النقطة N.
- يجب ان تكون:

NK=NM

- نثبت صفر الشريط عند النقطة M وبفتحة مناسبة نرسم قوساً على الارض.
- ثم نثبت صفر الشريط عند النقطة الاخرى N وبنفس الفتحة نرسم قوس اخر يقطع القوس الاول في نقطة ولتكن النقطة C.
- يكون الخط CK هو العمود المطلوب اقامته على خط الجنزير AB، كما في الشكل(21).



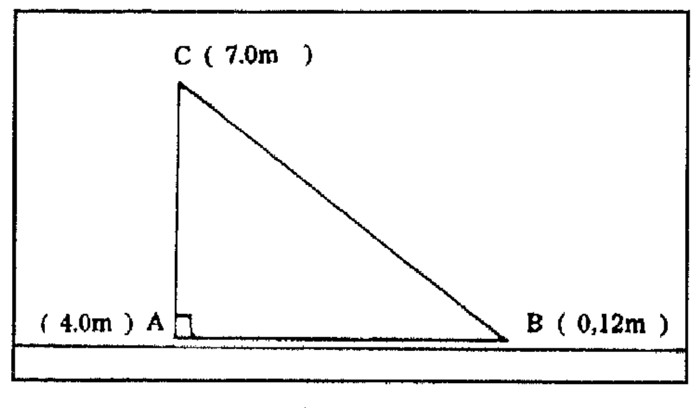
شكل(21)

2. طريقة المثلث القائم الزاوية(نظرية فيثاغورث):

تكون النسبة بين اضلاع المثلث القائم الزاوية(3:4:5) أو مضاعفاتها ،

ولإقامة عمود على خط جنزير من نقطة A نتبع مايلي:

- نجعل صفر الشريط عند النقطة B الواقعة على خط الجنزير.
- نمد الشريط ونأخذ علامة عند النقط A مساوية ل 4m.
- نتابع بمد الشريط حتى علامة 12m وتنطبق عند النقطة B مرة اخرى.
- نحضر شوكة ونشد بها الشريط عند علامة 7m فنحصل على النقطة C.
- CA هوطول العمود المطلوب اقامته حيث نجد ان هذا المثلث قد حقق لنا النسب التالية (3:4:5)، كما في الشكل(22).

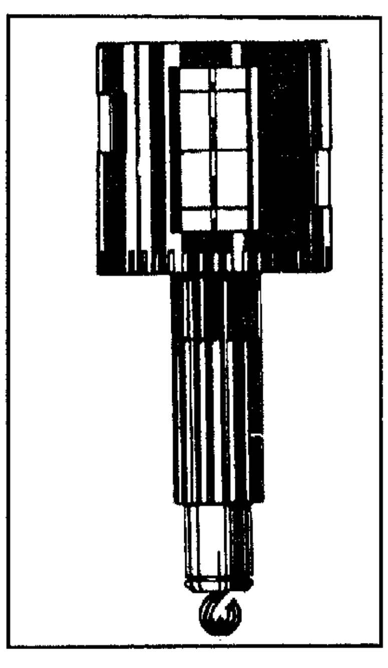


شكل(22)

ثانياً: جهاز البرزما(المنشور المرئي) "The Prismatic Square":

يعتبر جهاز البرزما من الاجهزة صغيرة الحجم ووزنها خفيف وتستخدم لاقامة أو اسقاط الاعمدة وتتكون من:

- منشورين علوي وسفلي وفتحة جانبية عند كل منهما وشباك أو شباكين فوق أو تحت المنشورين لرؤية الاهداف بشكل مباشر.
- ايضاً يحتوي على مقبض يستفاد منه لتعليق خيط الشاقول من اسفله أو يعتبر كحامل لوضع جهاز البرزما فوقه، كما في الشكل(23).



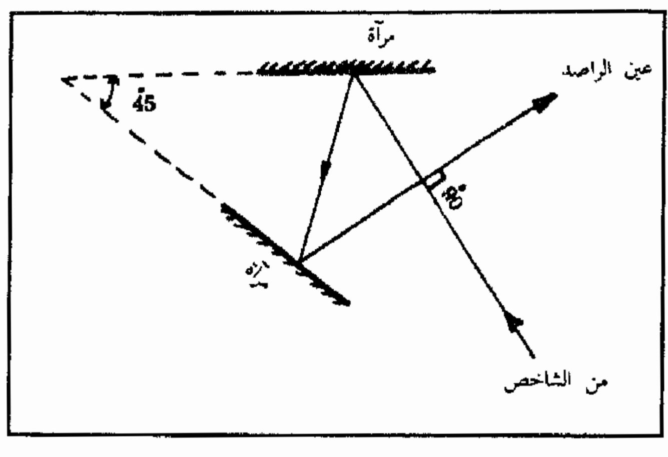
شكل(23)

✓ آلية عمل الجهاز:

يعتمد عمل الجهاز على المبدأ الذي يقول انه في حال إسقاط شعاع من الهدف على مرآتين بينهما زاوية، أو على منشور وانعكس داخله مرتين فإن الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس تساوي ضعف الزاوية بين السطحين العاكسين الساقط عليه الشعاع الاول، والمنعكس الشعاع الاخير.

مثال:

اذا كانت الزاوية بين هذين السطحين هي $45°$ فإن الزاوية بين الشعاعين تساوي زاوية قائمة، كما في الشكل(24).



شكل(24)

1. إسقاط الأعمدة بأستخدام جهاز البرزما:

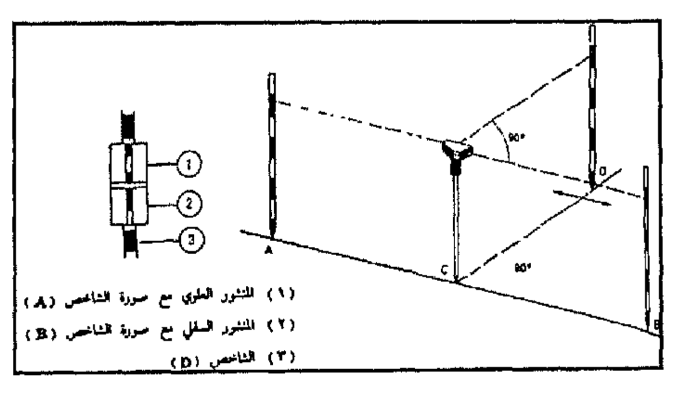
لإسقاط عمود على خط الجنزير AB بواسطة جهاز البرزما نتبع ما يلي:

- نضع شواخص على بداية الجنزير ونهايته وكذلك على النقطة C المطلوب اقامة العمود منها على خط الجنزير AB.
- نتحرك بالمنشور على خط الجنزير حتى نصل الى المكان الذي نرى فيه الشاخص الموضوع على احد طريخ الخط منطبقاً على صورة الشاخص الموضوع في النقطة المراد اسقاط العمود منها داخل المنشور.
- بالتالي نحصل على العمود المطلوب.

2. إقامة الأعمدة بأستخدام جهاز البرزما:

لإقامة الإعمدة باستخدام الجهاز نتبع ما يلي:

- يقف الراصد فوق النقطة C ولتكن هي النقطة المطلوب اقامة عمود منها وتكون واقعة على خط الجنزير AB ويثبت جهاز البرزما في هذه النقطة.
- يتم الاستعانة بخيط الشاقول لجعل جهاز البرزما عامودي فوق النقطة C.
- نرى صورتي الشاخصين A,B فوق بعضهما البعض.
- يتحرك المساح الاخر امام المساح الذي يقف عند النقطة C ويكون معه شاخص ثالث.
- يتم توجيه المساح الاخر الى اليمين واليسار من قبل المساح الأول الذي يقف عند النقطة C، من خلال مشاهدته عبر شباك أو شباكي البرزما ويتم رؤية الشاخص الثالث على خط واحد مع صورتي الشاخصين الموجودين في كل من A,B.
- نحصل بذلك على النقطة D المطلوبة.
- ذلك تكون CD هو العمود المطلوب.



شكل(25)

العقبات التي تعترض قياس الأطوال

نصادف احياناً عند القيام بقياس الاطوال عقبات تعيق اتمام عملية القياس بشكل كامل وهذة العقبات لها عدة انواع وهي:

1. عقبات تمنع القياس فقط.
2. عقبات تمنع التوجيه فقط.
3. عقبات تمنع القياس والتوجيه.

وفيما يلي شرح لكل نوع من هذه الانواع:

1. العقبات التي تمنع القياس فقط "Obstacles to Measurement":

وهي العقبة التي تعيق من عملية مد الشريط أو الجنزير بشكل طبيعي اما لوجود حفرة أو وادي أو لوجود نهر أو بحيرة أو غابات أو غير ذلك من عقبة تعترض عملية قياس المسافة بالجنزير أو الشريط وللتغلب عليها نستخدم طريقتين وهما:

أ. طريقة حرف(A):

اذا كانت المسافة المطلوب قياسها هي المسافة AB واعترضت هذة المسافة عقبة معينة مثل بحيرة او بركة(Pond)، فاننا نتبع مايلي:

- المسافة من A الى C ومن D الى B يمكن قياسها بالطرق العادية.
- المسافة CD هي المسافة المطلوب قياسها ولذلك نتبع مايلي:
- ننشيء مثلث CDE ،
- نقيس الضلع EC وناخذ عليه المسافة ولتكن F.
- نقيس الضلع ED وناخذ عليه المسافة ولتكن G.
- يجب ان تكون المسافتين EF,EG مساوية كل منها نفس النسبة من طول الضلع الواقعة عليه أي:

$$\frac{EF}{EC}=\frac{EG}{ED}$$

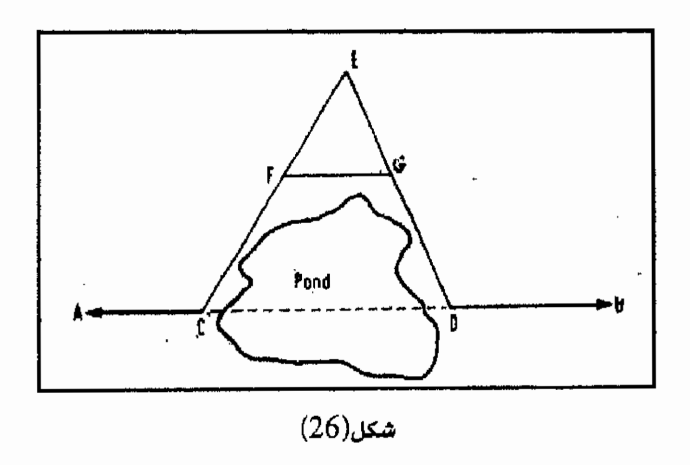
- لحساب المسافة CD من تشابه المثلثات(EFG)،(ECD) نجد ان:

$$\frac{EF}{EC}=\frac{FG}{CD}$$

- ومن العلاقة السابقة نجد ان CD تساوي:

$$CD=\frac{FG*EC}{EF}$$

وهي المسافة المطلوبة كما في الشكل(26).



شكل(26)

ب. طريقة الأعمدة:

ليكن لدينا خط الجنزير AB المطلوب قياسه واعترضه عائق منع اتمام عملية القياس كوجود نهر أو بركة أو منحدر أو غابات، فاننا نتبع الخطوات التالية:

- يتم اختيار نقطتين على خط الجنزير AB وهما D,E.
- ننشيء من هاتين النقطتين E,D اعمدة، حيث من النقطة E ننشيء العمود EF ومن النقطة D ننشيء العمود DG.
- لابد ان تكون كل من C,G,D واقعة على استقامة واحدة.
- يتم التأكد من الاستقامة لهذة النقاط من خلال التوجيه عن طريق الشواخص.
- نقيس المسافة EF,DG,DE من تشابه المثلثات فنحصل على:

$$\frac{CD}{CE}=\frac{DG}{EF} \quad \text{.................(1)}$$

- ونجد ان CE=CD+ DG ؛
- بالتعويض في العلاقة(1) نجد ان:

$$\frac{CD}{CD+DE}=\frac{DG}{EF}$$

- وبالتالي نجد ان CD تساوي:

$$CD=\frac{DG(CD+DE)}{EF}$$

$$CD*EF= DG(CD+DE)$$

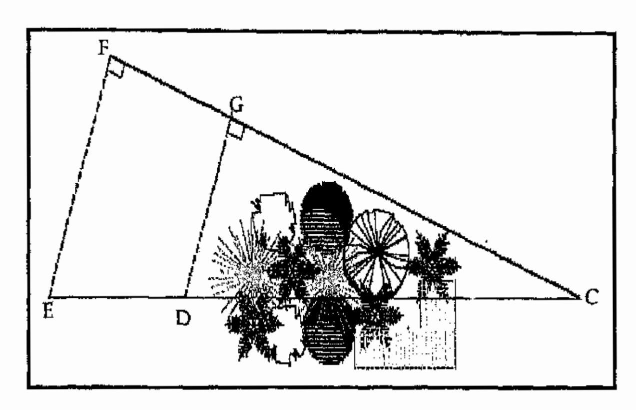
$$CD*EF= DG*CD+DG*DE$$

$$CD*EF- CD*DG=DG*DE$$

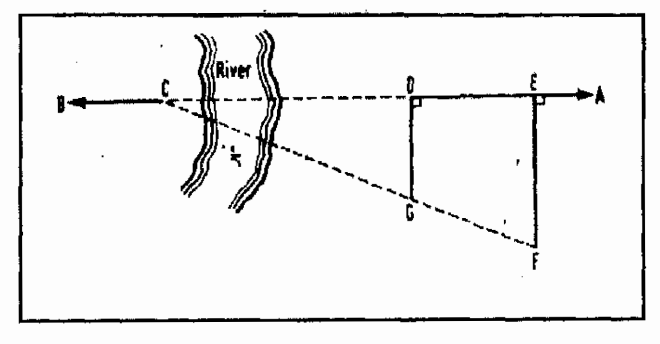
$$CD(EF-DG)= DG*DE$$

$$CD=\frac{DG\ *\ DE}{EF\ -\ DG}$$

حيث CD هي المسافة المطلوبة كما في الشكل(27) والشكل(28):



شكل(27)



شكل(28)

2. العقبات التي تمنع التوجيه فقط:

نقصد بالعقبات التي تمنع التوجيه هو عدم امكانية التوجيه بسبب عدم رؤية احدى النقطتين من الاخرى، ويرجع ذلك بسبب وجود تلة أو مرتفع أو بسبب طول المسافة بين النقطتين.

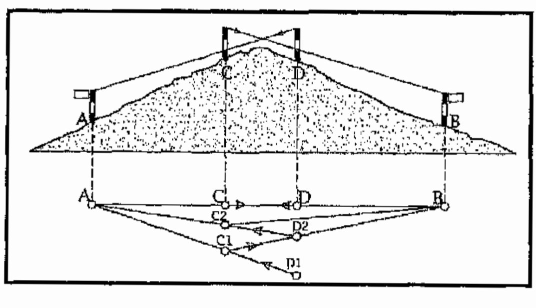
ولقياس المسافة في هذة الحالة نتبع ما يلي:

- ليكن المسافة المراد قياسها هي المسافة AB، ويوجد بين هاتين النقطتين عائق يمنع التوجيه كوجود تلة بينهما، لذلك لابد من الاستعانة من بما يسمى التوجيه بالتجربة من خلال اختيار نقطتين، وذلك كمايلي:
- نضع شاخصين في نقطتين هما C,D بحيث تكون كل من C,D قريبتين ما امكن من الخط AB، مع ملاحظة انه لابد من رؤية النقطتين D,B من النقطة C، ورؤية النقطتين A,C من النقطة D.
- من النقطة D نقوم بتوجيه الشاخص المساعد الموجود في النقطة C حتى تصبح النقطة C على الخط DA فياخذ الوضع C1.
- من النقطة C1 نوجه الشاخص المساعد الاخر الموجود في النقطة D على الخط C1B فياخذ الوضع D1.
- نكرر الخطوتين السابقتين بالتناوب حتى نصل الى الحالة التي يكون فيها الشاخصين C,D على استقامة AB أي:

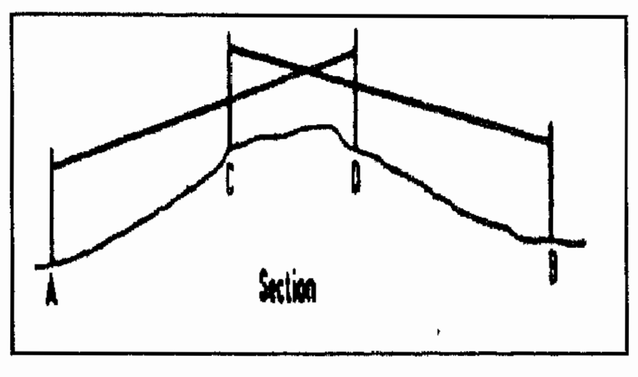
A, C, D, B على استقامة واحدة، كما في الشكل (29) والشكل (30).

- وبالتالي يكون طول الخط النهائي AB يساوي:

AB=AC+CD+DB



شكل(29)



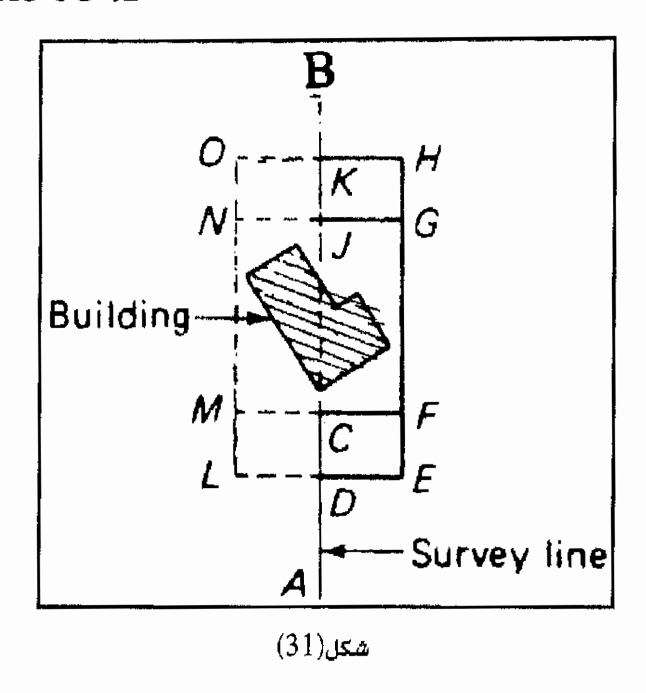
شكل(30)

3. العقبات التي تمنع القياس والتوجيه معاً:

عند وجود عقبة على خط الجنزير تمنع قياسها كوجود غابات كثيفة(أو كوجود بناية) أو أي عائق يمنع التوجيه والقياس فاننا نتبع مايلي:

- نستمر بالتوجيه والقياس من بداية خط الجنزير A وحتى النقطة التي تقترب من العقبة(البناية) ولتكن هي النقطة C.
- تقاس مسافة مناسبة مثل CD على خط الجنزير من C.
- من النقطتين C,D نقيم عمودين متساوين CF وDE على الخط AC.
- بعملية التوجيه على استقامة EF نعين النقطة H بحيث يكون EFH توازي خط الجنزير AC.
- من النقطة H نقيس مسافة مناسبة مثل GH.
- نقيم اعمدة من H فنحصل على HK ومن النقطة G فنحصل على العمود GJ، بحيث يساوي كل منهما العمود CF.
- نجد ان K,J واقعة على خط الجنزير الرئيسي AB.
- نقيس المسافة KB بالطريقة العادية.
- طول خط الجنزير AB الموضح بالشكل(31) هو:

AB=AC+FG+JB



شكل(31)

رفع المنطقة بأستعمال القيسات الطولية

يقصد بعملية رفع منطقة بأستخدام القياسات الطولية، أي قياس المسافات الطولية ورفعها دون قياس الزوايا.

- تتألف أعمال المساحة من:

أ. الأعمال الميدانية.

ب. الأعمال المكتبية.

وفيما يلي شرح لكل منهما:

أ. الأعمال الميدانية:

هي الاعمال الحقلية في المساحة التي تقام في الحقل وعلى سطح الأرض مباشرة وهي اما ان تكون جراء أعمال رفع، أو أعمال توقيع، وتشمل أعمال الاستكشاف، والقياسات الطولية.

ب. الاعمال المكتبية:

يتم فيها تحويل القياسات الى معلومات واشكال يستفاد منها مباشرة في عمل الخرائط واجراء التصحيحات المطلوبة.

رفع منطقة باستعمال القياسات الطولية:

قبل اجراء عملية الرفع لابد من القيام بعدة عمليات من ضمنها:

1. الإستكشاف:

وهو عملية المرور بالمنطقة المراد رفعها لتكوين فكرة شاملة عن حالة المنطقة وشكلها وطبيعتها والتعرف على حدودها.

2. الهيكل الهندسي(SKELTON):

وهو عبارة عن مجموعة من الخطوط المستقيمة تنسب اليه حدود المنطقة والتفاصيل الموجودة بها، ويجب ان يتكون الهيكل من مجموعة المثلثات المتصلة، وذلك لأن المثلث هو الذي يتم رفعه بقياس اضلاعه فقط، حيث ان عملية الرفع بأستخدام الجنزير تعتمد على القياسات الطولية فقط دون قياس الزوايا.

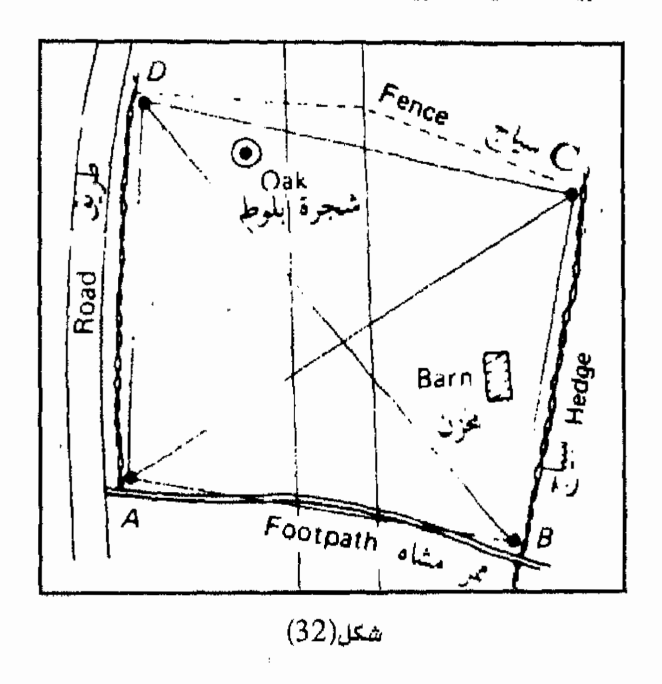
3. القياس:

يقصد به تحديد هيكل من نقاط الضبط وقياس اطوال خطوط المساحة بالشريط أو بالجنزير.

لتحديد هيكل المثلثات يجب مراعاة مايلي:

1) يجب أن تكون خطوط المثلثات(التي تشكل اضلاع الهيكل) طويلة قدر الامكان وقليلة.
2) يجب محاولة تجنب أي من العوائق في طريق القياس أو التوجيه.
3) يجب ان تكون خطوط الجنزير قريبة ما امكن من حدود المنطقة المراد رفعها بحيث تكون اطوال الاعمدة بين حدود المنطقة وخطوط الجنزير قصيرة.
4) عند اختيار اطوال الاعمدة يجب أن تكون اقصر مايمكن.
5) يجب ان تكون زوايا الهيكل بين$30°, 120°$، حيث يتم غرس في هذه الزوايا اوتاد خشبية اذا كانت طبيعة الارض ترابية، أو تغرس اوتاد حديدية في الاراضي الصخرية.
6) عند انشاء المحطات لابد من رؤية محطتين على الاقل في كل محطة.
7) تعريف المحطة" Station ": بانها كل رأس من رؤوس الهيكل وان يتم اختيارها في اماكن يسهل الوصول اليها.
8) يفضل أن تكون خطوط(الجنزير)، داخل المنطقة المراد رفعها إلا في بعض الحالات التي يستفاد من مرور خط الجنزير خارج الحد لجعل الاعمدة قصيرة.
9) ثم نقوم برسم كروكي(sketch) موضحا فيه خطوط المساحة والتفاصيل المراد رفعها، ويتم الرسم دون الاستعانة بأدوات هندسية ولا يشترط أن يكون بمقياس رسم معين بل يكتفي بتمثيل الطبيعة بالتقريب، ويرمز الكروكي للرسم الحر السريع، كما في الشكل(32).

10) تتم عملية الرسم على دفتر خاص يسمى بدفتر الحقل(Field Book) حيث، يتم تقسيم كل صفحة من وسطها بخطين لونهما احمر وتكون المسافة بين الخطين مساوية 2cm.



شكل(32)

النقاط التي يرفع عندها الاعمدة:

تعرف الأعمدة بأنها: المسافات التي تنشأ على خط الجنزير الى التفاصيل المختلفة كالحدود والابنية وغيرها.......الخ.

وتصنع هذة الاعمدة مع خط الجنزير زاوية قائمة، ويجب ان تكون خطوط الجنزير اقرب ما يمكن الى حدود المنطقة المراد رفعها حتى تكون الاعمدة قصيرة ،

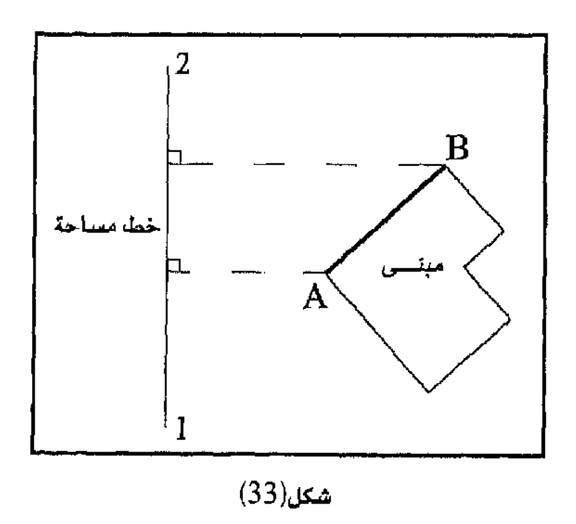
كما ولابد من تسجيل طول العمود ومقابله بين الخطين الاحمرين، حيث يسجل بعد نقطة التقائه على خط الجنزير.

ولقياس أطوال الأعمدة نستخدم:

- شاخص من قبل المساح الواحد اذا كانت الاعمدة قصيرة، حيث يوضع هذا الشاخص على الارض بشكل عامودي على خط الجنزير، في المكان المطلوب، وتوضع نهاية الشاخص عند الحد ويؤخذ طول العمود وذلك من الألوان المتبادلة على الشاخص حيث يكون طول كل لون فيه يساوي 250-(500)mm.
- في حال كون الاعمدة طويلة نستعمل الشريط أو جهاز البرزما من قبل الامامي والخلفي ونعين الزاوية القائمة للعمود بطريقة اقصر بعد في حال استخدام الشريط، والشكل(32) يوضح.

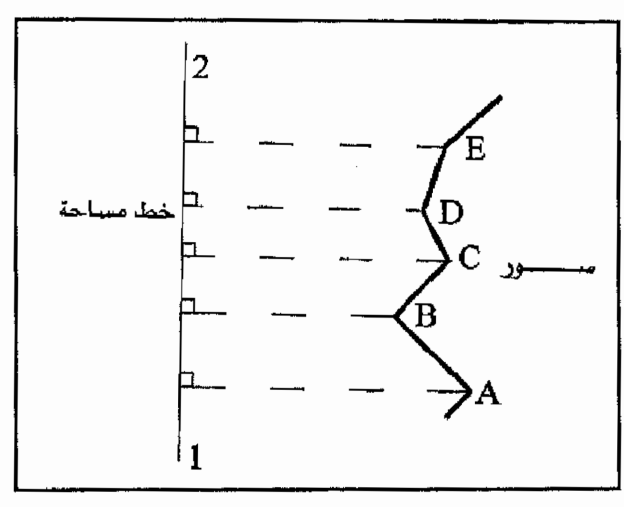
ملاحظة:

لرفع خط مستقيم بالنسبة الى خط مساحة(جنزير) مجاور، فيكتفي بتحديد موقع نهايتي الخط المستقيم، ومن هذة الأمثلة رفع واجهة مبنى، شكل(33):



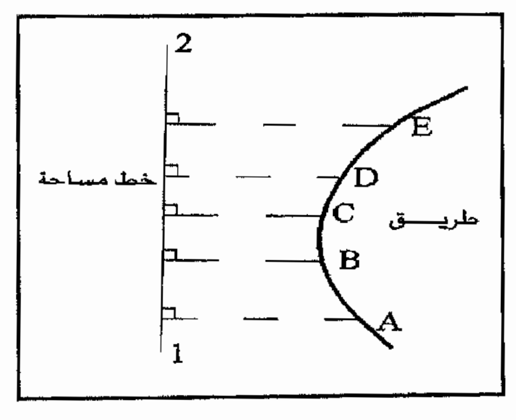
شكل(33)

- لرفع معالم غيرمنتظمة: نقوم باسقاط عدد كبير من النقاط وخاصة عند التي يتغير عندها الاتجاه، شكل(34).



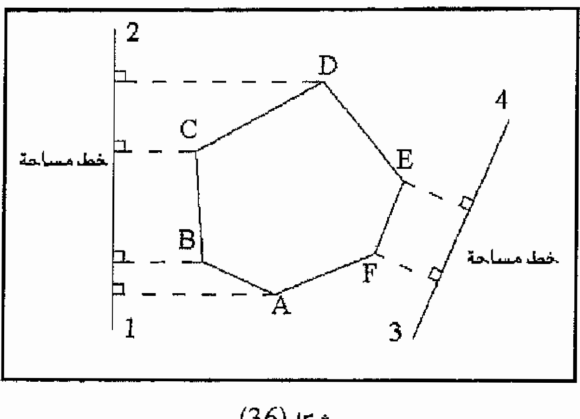
شكل(34)

- لرفع معالم على شكل منعطفات"كالطرق": نقوم بعمل اسقاطات عامودية على فترات منتظمة.



شكل(35)

- لرفع تفاصيل طبيعية كوجود غابات: نقوم باسقاط رؤوس الهيكل " المحطات" على خط الجنزير.



شكل(36)

اخطاء المساحة بالجنزير

(Errors in Chaining)

عند اجراء العملية المساحية باستخدام الشريط(أو الجنزير) فإنه يحتمل وقوع بعض الاخطاء التي لابد من محاولة تجنبها أو تصحيحها في حالة وقوعها، ومن أنواع هذه الأخطاء مايلي:

1. الغلطات.
2. الأخطاء المنتظمة.
3. الأخطاء العشوائية.

وفيما يلي شرح لكل منها:

(1) الغلطات(Gross Error OR Mistakes):

يرجع السبب الأساسي في هذه الغلطات إلى عدم خبرة المساح أو إهماله وهي أخطاء كبيرة المقدار وملحوظة بالنسبة لبقية الأرصاد ولذلك يجب حذف هذا النوع لكبر قيمته وسط الأرصاد ومن الأمثلة عليها:

- إهمال الراصد وعدم اهتمامه ولمعالجة هذا الأمر يتم من خلال الرصد الدقيق والاهتمام أثناء العمل.
- الخطأ الناتج عن السهو أو النسيان كعدم تسجيل طول الجنزير أو طرحه كاملة، ولمعالجته يتم من خلال الانتباه من عد الشوك كمثال، وتكرار عملية القياس.
- الخطأ الناتج عن التوجيه أو الخطأ في عملية تسجيل الأرصاد من خلال قراءة الجنزير أو الشريط بشكل خاطئ أو من خلال ان يسمع القائم بتسجيل الأرصاد من زميله غير الرقم الصحيح، ولتلافي مثل هذا الخطأ يجب تكرار عملية القياس وتكرار إعادة تنقيل الأرقام.

(2) الأخطاء المنتظمة(Systematic Errors):

وهي أخطاء منتظمة الحدوث حيث يمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية، وبالتالي يمكن إيجاد قيمة الخطأ ثم إيجاد القيمة المصححة، ويحدث هذا الخطأ في القياسات إما لأسباب شخصية أو طبيعية اوالية ومن الأمثلة عليها:

1. خطأ في الطول.
2. خطأ ناتج عن اختلاف درجة الحرارة اثناء القياس عن درجة حرارة الشريط اثناء المعايرة.
3. خطأ التوجيه.

وفيما يلي شرح لكل نوع:

1. خطأ في الطول:

لابد قبل البدء بأي عملية قياس، التأكد من طول الشريط من خلال مقارنة بشريط من الصلب، وعند حدوث خطأ في طول الشريط، فإن المسافة المقاسة تصحح كما يلي:

طول الخط الحقيقي = طول الجنزير الحقيقي

طول الخط المقاس طول الجنزير الاسمي

طول الخط الحقيقي = طول الخط المقاس * طول الجنزير الحقيقي

طول الجنزير الاسمي

مثال:

قيس خط بجنزير طوله المكتوب عليه(20)م وكان طول الخط257 م، وعند مقارنته بشريط مضبوط من الصلب وجد انه ينقص(0.4 Link)، ما الطول الحقيقي للخط.

الحل:

طول الجنزير الحقيقي يساوي:

$$20 -(\frac{0.4*20}{100}) = 19.92m$$

$$\text{True Length of Line} =257(\frac{19.92}{20})= 255.97 \text{ m}$$

- اما عند حساب المساحة واردنا تصحيحها فيتم من تطبيق القانون التالي:

المساحة المصححة(الحقيقية) = مساحة مقاسة * (طول الجنزير الحقيقي/ طول الجنزير الاسمي)2.

مثال:

قيست ابعاد قطعة ارض بجنزير طوله الاسمي 20 م، وعند التحقق من طول الجنزير وجد ان طوله يساوي 20.05 م، فإذا كانت المساحة المقاسة تساوي(2850 m2)، فماهي المساحة الحقيقية.

الحل:

$$\text{True Area} = 2850 *(\frac{20.05}{20})^2 = 2864.27\ m^2$$

2. **الخطأ الناتج عن اختلاف درجة الحرارة:**

يحدث أحيانا أخطاء بسبب تغير درجة الحرارة أثناء القياس عن درجة الحرارة الشريط أثناء معايرته ، ويمكن تصحيح هذا الخطأ من خلال العلاقة:

$$C=L*\alpha*(T_1-T_0)$$

حيث:

C: مقدار التصحيح اللازم إضافته للمسافة المقاسة.

α: معامل التمدد الطولي للشريط ويساوي $12*10^{-6}$ لكل درجة مئوية للشريط الصلب.

T_1: درجة حرارة الجو أثناء عملية القياس.

T_0: درجة حرارة الشريط أثناء المعايرة.

مثال:

قيس خط بشريط من الصلب معاير عند درجة حرارة(25°c)، فكان طوله يساوي 126 م، فإذا كانت درجة حرارة الجو أثناء عملية القياس تساوي(32°c)، ما هو طول الخط الحقيقي.

الحل:

بالتعويض بالعلاقة التالية:

$$C=L*\alpha*(T_1-T_0)$$

$$= 126 *12 X10^{-6}*(32-25) =0.011 \text{ m}$$

وبالتالي طول الخط الحقيقي = طول الشريط المقاس ± مقدار التصحيح

= 126 + 0.011 = 126.011 م

3. الخطأ الناتج عن التوجيه:

يحدث هذا الخطأ نتيجة عدم الدقة في توجيه وتأثيره صغير، ويسبب طول المسافة، كما ويمكن حساب مقدار الخطأ في طول الخط من العلاقة التالية:

$$E=\frac{d^2}{2l}$$

حيث:

E: الخطأ في طول الطرحة.

D: مقدار الإزاحة.

L: المسافة الأفقية.

مثال:

شريط طوله L= 30 m ، انحرف في نهايته أثناء إجراء عملية القياس بمقدر(6cm)، عن الخط المقاس، ما هو مقدار الخطأ في طول الطرحة.

الحل:

$$E=\frac{d^2}{2l}$$

$$E=\left(\frac{6*6}{2*3000}\right)= 6 * 10^{-3}$$

(3) الأخطاء العشوائية(Random Errors):

تسمى أيضاً بالأخطاء العارضة، وهي أخطاء صغيرة المقدار تتكرر في القياسات المختلفة ،

وتسلك سلوك عشوائي بعضها سالب وبعضها الأخر موجب، ولا يمكن تفاديها بل التخفيف منها ولا يحكمها أي معادلة رياضية، ومصادرها شخصية او طبيعية اوالية، ومن الأمثلة عليها:

- الخطأ الناتج عند إجراء عملية التسامت أثناء قياس مسافة على أرض غير منتظمة الانحدار.
- الخطأ الناتج عن عدم ضبط أفقية الجهاز بشكل دقيق.
- الخطأ الناتج عن تقدير الكسور وخاصة عند القياس باستخدام الجنزير.

- الخطأ في قوة شد الشريط واختلاف طوله عن الطول الأصلي له.
- الخطأ في وضع الشوك كان يتم وضعها داخل مقبض الجنزير بدلا من وضعها ملامسة لحافة المقبض الخارجية.
- الخطأ الناتج عن عدم تساوي أقسام الدائرة الأفقية للجهاز.
- الخطأ الناتج عن عدم إمكانية مد الشريط بشكل جيد نتيجة وجود رياح شديدة.

ولتقليل هذه الأخطاء نتبع ما يلي:

- اخذ المتوسط الحسابي.
- تكرار عملية القياس عدة مرات.
- الرصد في أوقات مختلفة لتلاشي الأخطاء العشوائية الناتجة عن التأثيرات الطبيعية.
- تكرار عملية القياس ببدايات مختلفة.



الوحدة الثانية

نظرية الأخطاء

نظرية الأخطاء

كما ذكرنا فإن بعض الأخطاء تحدث عند إجراء بعض العمليات المساحية ويرجع ذلك إلى أسباب مختلفة، ولابد من الانتباه إلى هذة الأخطاء ومحاولة تجنبها قدر المستطاع، ومن مصادر الأخطاء التي تحدث نتيجة استخدام الأجهزة المساحية ما يلي:

❖ مصادر الأخطاء:

يوجد ثلاثة مصادر للأخطاء المحتمل حدوثها أثناء إجراء عملية القياس من خلال استخدام الأجهزة المساحية وهي:

1. الأخطاء الشخصية.
2. الأخطاء الطبيعية.
3. الخطاء الآلية.
4. وفيما يلي شرح لكل نوع:

(1) الأخطاء الشخصية(Personal Errors):

5. تحدث هذه الأخطاء نتيجة خلل في احد إمكانيات الراصد سواء أكانت هذة الإمكانيات سمعية، أو بصرية، أو حسية.
6. ونتيجة لهذا الخلل فإن الأخطاء التي تحدث عند عملية القياس هي كالتالي:
   - الخطأ الناتج عند تسجيل الأرصاد.
   - الخطأ في إجراء الحسابات.
   - الخطأ في التوجيه.
   - الخطأ الناتج عن عدم الاهتمام أثناء الرصد والإهمال.

ولعلاج هذه الأخطاء:

لابد من الانتباه الجيد، مع وجود المسؤولية الكافية أثناء العمل والتدريب الجيد والكافي للمساح من اجل امتلاك الخبرات الضرورية التي تقلل من حدوث هذه الأخطاء أثناء إجراء عملية القياس.

(2) الأخطاء الطبيعية(Natural Errors):

ليست لهذه الأخطاء ارتباط مع المساح بل لها علاقة بالتغيرات المستمرة في العوامل الجوية، من زيادة أو نقصان في درجات الحرارة، كذلك شدة الرياح والضغط الجوي والرطوبة، وغيرها.

وبالتالي فالعوامل الجوية التي قد يحدث بسببها خطأ عند القيام بالأعمال المساحية هي:

- شدة الرياح.
- تغيرات في درجة الحرارة.
- الضغط الجوي.

ولتفادي هذه الأخطاء:

يجب التدريب بشكل جيد على استخدام الأجهزة المساحية، ومن ثم تطبيق الإرشادات الموجودة ضمن الدليل المرفق لكل جهاز والحصول على الثابت النسبي(P.P.M) النسبي أثناء العمل، عن طريق معرفة درجة الحرارة والضغط الجوي.

ثم إدخاله في الجهاز لكي يقوم تلقائياً بتصحيح المسافة المقاسة والحصول على المسافة المصححة للعوامل الجوية.

(3) الأخطاء الآلية(Instrumental Errors):

تحدث هذه الأخطاء نتيجة خلل في الأجهزة المساحية المستخدمة في عملية الرصد نتيجة عدم دقة الصنع سواء في الأجهزة نفسها أو في أدوات القياس.

ومن الأمثلة على هذه الأخطاء الآلية ما يلي:

- عدم تعامد المحاور الرئيسية للجهاز ويعالج بالرصد في الوضعين المتيامن والمتياسر.
- عدم مرور المستوي الذي ترتد منه الأشعة في العاكس بالمستوي الرأسي الذي يمر بالنقطة.

ولتفادي هذا الخطأ:

- نعمل على إدخال قيم ثابت العاكس للجهاز mm.
- عدم تساوي أقسام الدائرة الأفقية للجهاز، ولمعالجة هذا الخطأ تعمل على الرصد في عدة أقواس وببدايات مختلفة.
- الخطأ الناتج عن اختلاف الطول الحقيقي للجنزير(أو الشريط) عن الطول الاسمي ويتم معالجته من خلال مقارنته بشريط مضبوط من الصلب.

❖ الدقة والضبط(Precision & Accuracy):

وفيما يلي شرح لكل منها:

1. الدقة(Precision):

تستخدم الدقة لقياس دقة الأرصاد من حيث ارتباطها ببعضها البعض.

2. الضبط(Accuracy):

يستخدم لقياس دقة الأرصاد حيث اقترابها من القيمة الحقيقية للكمية المرصودة.



الوحدة الثالثة

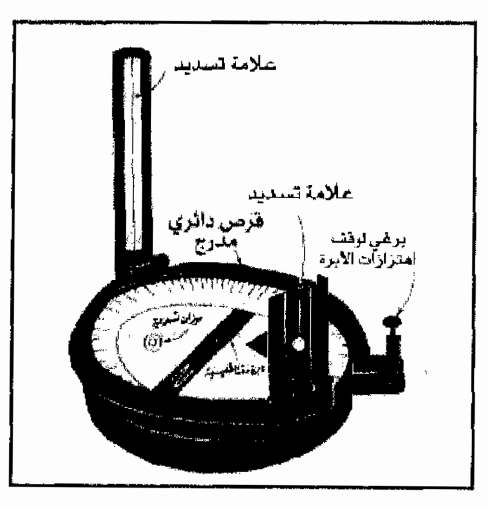
البوصلة

Compass

البوصلة(Compass)

تستعمل البوصلة في قياس انحرافات الخطوط عن الشمال المغناطيس، حيث تتألف البوصلة من ثلاثة أجزاء وهي:

1. القرص الدائري المدرج من الصفر إلى 360° ، أو قد يقسم الى أربعة أرباع كل منها مدرج من صفر إلى 90°.
2. إبرة مغناطيسية(Magnetic Needle) ترتكز على سن مدبب مخروطي مثبت في حامل رأسي.
3. علامات تسديد(Sighting Marks) تساعد في رصد النقطة أو الهدف كما في الشكل(37)



شكل(37)

ونجد أن للبوصلة أنواع مختلفة إلا أن الذي يغلب في استعمالها نوعان وهما:

1. بوصلة المساح(Surveyors Compass).
2. البوصلة المنشورية(Prismatic Compass).

وفيما يلي شرح لكل منهما:

(1) بوصلة المساح(Surveyors Compass):

تتكون من:

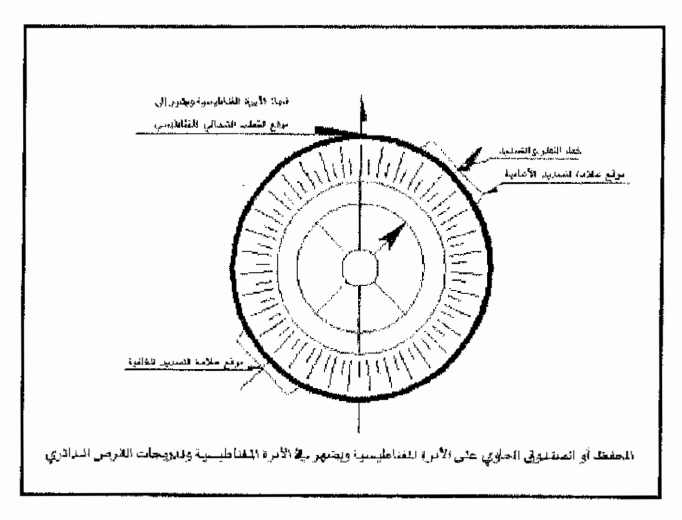
- صندوق البوصلة المثبت في وسطه حامل رأسي يعلوه رأس مخروطي مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية بالإضافة إلى قرص دائري مدرج بالدرجات أو أنصافها، وغطاء زجاجي يغطي السطح الصندوق فيحمي الإبرة من دخول الغبار والرطوبة داخلها، كما في الشكل(38).



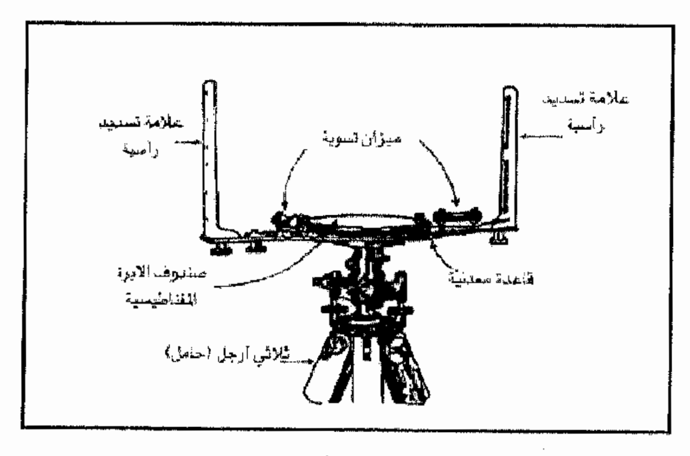
شكل(38)

- وتتكون أيضاً من علامتان للتسديد مثبتان في وضع رأسي على طرفي المحفظة وتحوي كل منه شق رأسي يساعد في رصد الهدف.
- ميزاني تسوية مثبتان بحيث يكون امتداد محوري الميزانين متعامدين مع بعض، والغرض منهما هو التأكد من الوضع الأفقي للصندوق الحاوي للإبرة المغناطيسية في جميع الجهات.

- قاعدة معدنية يرتكز على سطحها العلوي الصندوق وموازين التسوية وعلامتا التسديد، كما تتصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة مسامير وأدوات وصل ليتم ربطها بحامل إذا ما أريد ذلك، وطريقة عملها موضحه في الشكل التالي(39) والشكل(40).



شكل(39)



شكل(40)

(2) البوصلة المنشورية(Prismatic Compass):

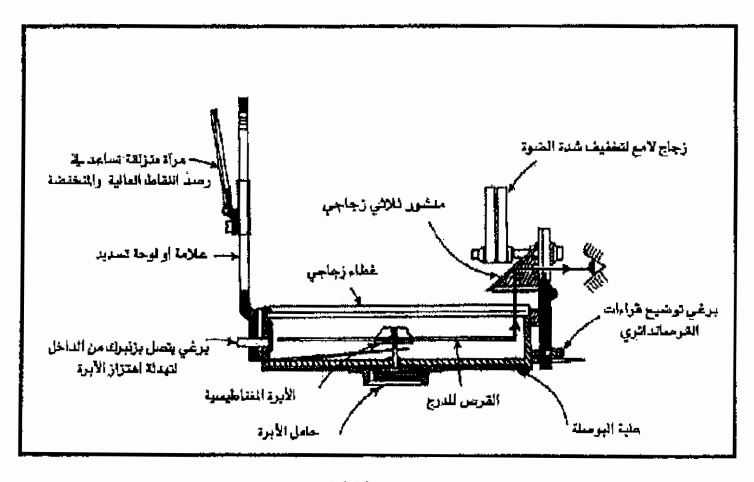
تعتبر هذه البوصلة من أفضل الأنواع وقد اخترعها الكابتن كاتر عام 1814 م ولها عدة أشكال، وتتكون من الأجزاء التالية:

- علبة مستديرة من النحاس يتراوح قطرها مابين"(6- 16- 5) سم، وتغطي بقرص زجاجي لمنع تسرب الرطوبة والغبار كما ويسمح برؤية التدريجات على القرص الدائري في قعر العلبة.
- الحامل الراسي: الذي يعمل كمحور ارتكاز في مركز العلبة يعلوه سن مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية يمكن أن تدور حوله بحرية.
- ابرة مغناطيسية: وهي عبارة عن صفيحة رقيقة ممغنطة من الصلب يشير احد أطرافها إلى موقع القطب الشمالي المغناطيس، وللحفاظ على أفقية الإبرة أثناء دورانها يوضع ثقل فوق الإبرة قرب الطرف الجنوبي للإبرة المغناطيسية وبالعكس.
- قرص دائري: يصنع من الألمنيوم منفصل عند جدار صندوق البوصلة، ومتصل بالإبرة المغناطيسية ويدور تبعا لدورانها وهو مدرج بالدرجات وبأنصاف الدرجات، والتدريج يبدأ بالصفر عند القطب الجنوبي للإبرة ويتزايد إلى 360° بأتجاه دوران عقارب الساعة.
- منشور ثلاثي زجاجي: مغلف بصفائح نحاسية ومتصل مفصلياً بقطعة معدنية مثبتة في جدار العلبة الخارجي ؛

ويوجد ثقبان في وجهين متعامدين من هذا المنشور يسمحان بعكس صور التدريجات وأرقام الزوايا وبالتالي تسهيل عملية القراءة.

- كذلك يحتوي المنشور على فتحة رصد طولية ضيقة تقع فوق المنشور مباشرة، يجري رصد الهدف من خلالها ويمكن ثني المنشور على حافة العلبة في حالة عدم الاستعمال.

- علامة التسديد: رأسية في وسطها فتحة طولية مثبت في محورها شعرة رأسية ويمكن ثني علامة التسديد لتنطبق على وجه العلبة في حالة عدم الاستعمال.
- فقاعة التسوية: لجعل العلبة أفقية.
- مرآة منزلقة: تتصل بعلامة التسديد لتساعد في رصد الهدف التي تعلو أو تنخفض عن مستوى نقطة الرصد.
- زجاج ملون: بجوار المنشور الثلاثي ليساعد في تخفيف شدة الضوء الساقط على يمين الراصد
- مجموعة مسامير وهي:
- مسمار لتوضيح قراءات التدريج.
- مسمار ربط لتخفيف الحركة أو توقيفها.
- مسمار فك عند ضغطه يرفع الإبرة ويجعلها ملاصقة لغطاء العلبة الزجاجية في حالة عدم الاستعمال، والشكل(41) يوضح شكل هذه البوصلة المنشورية.



شكل(41)

مزايا البوصلة المنشورية:

- تتميز بخفة الوزن وسهولة الاستعمال وتستعمل للأعمال الاستكشافية والأغراض الحربية.
- استقلالية قياس انحراف الخطوط كل خط على حده.

عيوب البوصلة المنشورية:

- تأثيرها بالجاذبية المحلية.
- تعتبر دقة العمل بالبوصلة تقريبية وليست دقيقة.
- لا يمكن الرصد بها لمسافات طويلة وبعيدة.

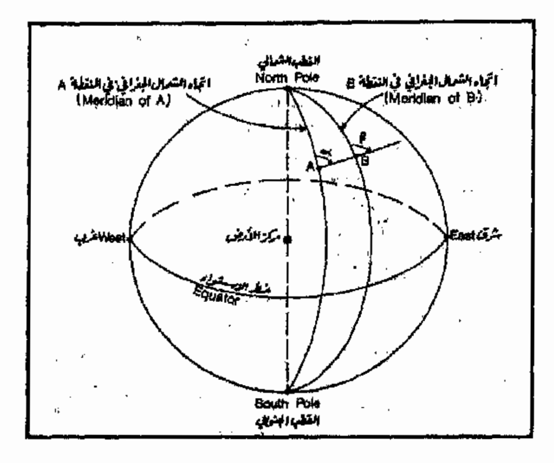
الإنحرافات(Bearings)

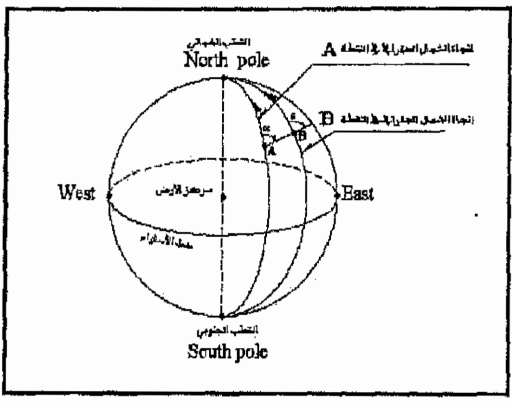
لابد في كل خريطة ان يتم تحديد اتجاه مرجعي وذلك لكي نتمكن من توجيه الخريطة بشكل صحيح، من خلال تحديد اتجاه الشمال.

❖ أنواع الشمال:

(1) الشمال الجغرافي اوالحقيقي(Geographical Or True Meridian):

الشمال الجغرافي المار بنقطة هو عبارة عن الخط المار بهذه النقطة وبالقطبين الشمالي والجنوبي، وهو اتجاه ثابت لايتغير ويتم تعينه عن طريق الأرصاد الجوية وهو المعتمد في رسم الخرائط العادية، كما في الشكل(42).

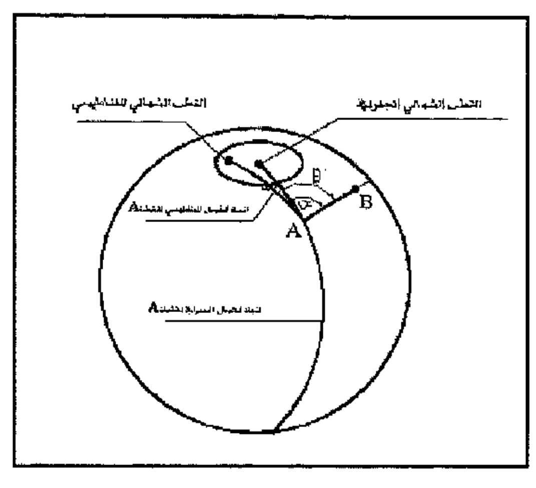




شكل(42)

(2) الشمال المغناطيسي(Magnetic Meridian):

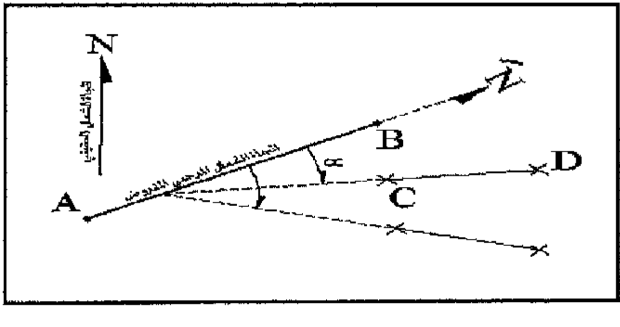
هو الاتجاه الذي تتخذه الإبرة المغناطيسية حرة الحركة وليست تحت تأثير مغناطيسي محلي، وهو المعتمد في قياس الزوايا بواسطة البوصلة المنشورية، ويعتبر غير ثابت بالنسبة للنقطة الواحدة بفعل العوامل الطبيعية، موضح بالشكل(43).



شكل(43)

(3) الشمال الافتراضي(ASSUMED Meridian):

هو الذي يحدده الراصد على انه هو اتجاه الشمال وقد يكون اتجاه احد الأضلاع، شكل(44).



شكل(44)

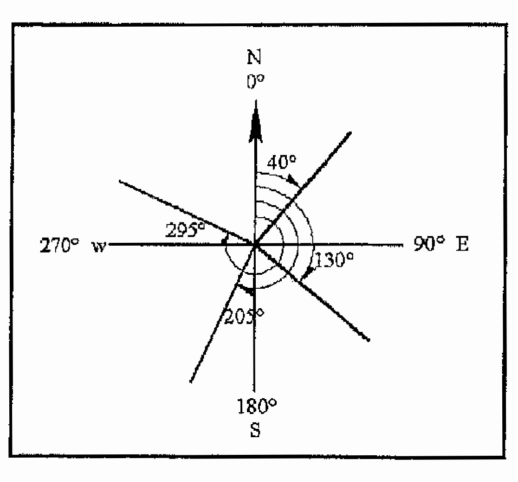
الانحرافات(Bearing):

يعرف الانحراف لخط ما وليكن(AB) بإحدى الطريقتين:

(1) الانحراف الدائري(Azimuth OR Circular Bearing):

الانحراف الدائري لخط ما يعرف بأنه: الزاوية المقاسة من الشمال المغناطيسي وباتجاه دوران عقارب الساعة إلى الخط.

وتتراوح قيمة الانحراف الدائري لأي خط بين(0-360°) درجة مئوية والشكل(45) يوضح الانحراف الدائري في أرباع الدائرة الأربعة.



شكل(45)

ويرمز للانحراف الدائري بالرمز whole circle bearing(WCB"AB")وهذا يعني ان الخط قد انحرف من A إلى B.

ومن الشكل(45) نجد ما يلي:

- الانحراف في الربع الأول يساوي:

WCB (AB) = 40°

- الانحراف في الربع الثاني يساوي:

WCB (AB) =130°.

- الانحراف في الربع الثالث يساوي:

WCB (AB) = 205°

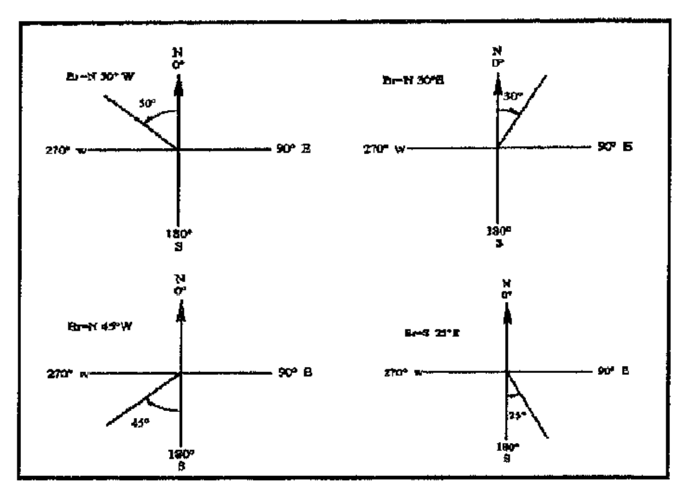
- الانحراف في الربع الرابع يساوي:

WCB (AB) = 295°

(2) الانحراف المختصر(الربع الدائري) "Reduced Bearing":

يعرف الانحراف المختصر الربع الدائري للخط AB بأنه: الزاوية المقاسة من الشمال أو الجنوب إلى الخط AB أيهما اقرب إلى الخط، والشكل(46) يوضح أنواع الانحرافات المختصرة:

حيث يكتب الاتجاه الأقرب إلى الشمال أو الجنوب أولاً ثم الزاوية ثم الاتجاه الشرق(E) أو الغرب(W) أيهما اقرب إلى الخط، أي يتم كتابة الربع الذي يقع فيه الانحراف المختصر.



شكل(46)

مثال:

احسب الانحراف المختصر للانحرافات الدائرية التالي:

WCB (AB) =118°45′23″ ،WCB (AB)= 345°04′54″.

الحل:

- ✓ يكون الانحراف المختصر له يساوي: WCB(AB)=118°45′23″

S61°14′37″E

- ✓ يكون الانحراف المختصر له يساوي: WCB(AB)= 345°04′54″

N14°55′6W

❖ **الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي:**

نجد أن لكل خط إنحرافان دائريان هما:

أ. **الإنحراف الأمامي:**

ويعرف بأنه الإنحراف المقاس عند بداية الخط، وهو الزاوية المقاسة من الشمال إلى الضلع في اتجاه عقارب الساعة وتنحصر قيمته بين($0-360^\circ$).

ب. **الإنحراف الخلفي:**

هو الانحراف المقاس عند نهاية الخط وهو الزاوية المقاسة من الشمال إلى الضلع في إتجاه عقارب الساعة وتنحصر قيمته بين($0-360^\circ$)،

ونجد أن:

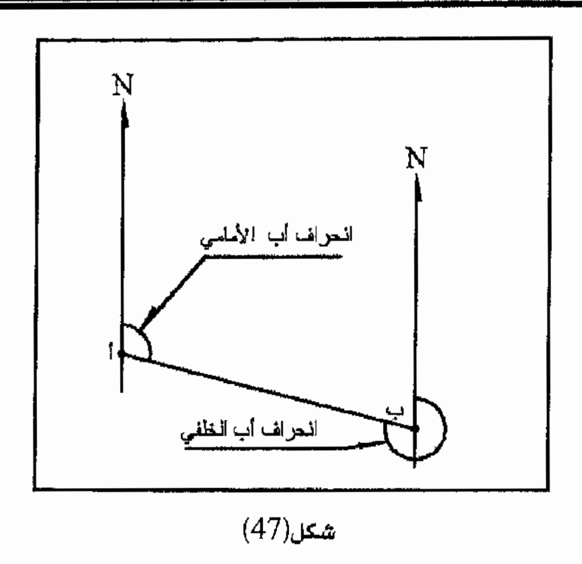
- الانحراف الخلفي للخط = الانحراف الأمامي $\pm 180^\circ$.

حيث:

إشارة(+): تؤخذ عندما يكون الانحراف اقل من 180°.

إشارة(-): تؤخذ عندما يكون الانحراف اكثر من 180°.

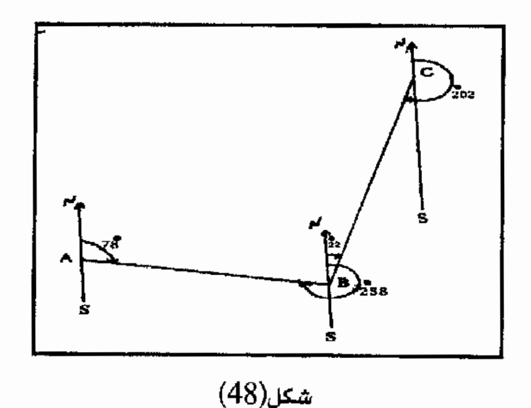
- ويكون الفرق بين الانحراف الأمامي والخلفي لأي خط هو 180°، في حال عدم تأثر قياس الزاوية بأي مؤثرات خارجية.
- الانحراف الأمامي للخط(AB): يعني الزاوية المقاسة عند النقطة A.
- الانحراف الخلفي للخط(AB): تعني الزاوية المقاسة عند النقطة B.



شكل(47)

مثال(**1**):

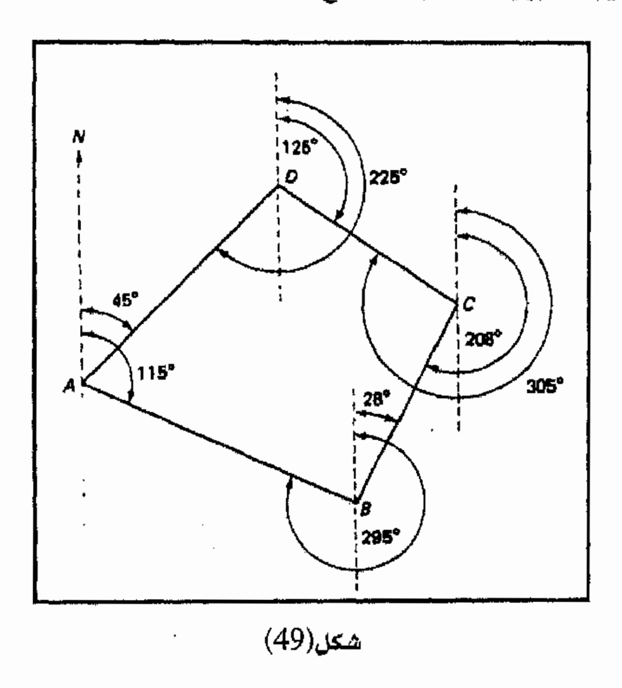
يوضح الشكل(48) الانحراف الأمامي والخلفي للخط AB,BC ، حيث نجد انه عند رسم اتجاه الشمال عند النقطة A ، فإن الخط AB يسمى انحراف أمامي، وعند رسم اتجاه الشمال عند النقطة B ففن الخط BA يسمى انحراف خلفي للخط AB.



شكل(48)

مثال(2):

يوضح الشكل(49) مضلع مغلق ABCDA وموضح عيه الانحرافات الأمامية وكيفية إيجاد انحرافاته الخلفية، ثم تم التحقيق من قيمة الانحرافات من خلال إيجاد الزوايا الداخلية للمضلع.



شكل(49)

وقمنا بحساب الانحرافات الخلفية بدلالة الانحرافات الأمامية من خلال الجدول، ثم تم التحقق من الزوايا الداخلية للمضلع المغلق من العلاقة التالية:

$$\sum InteriorAn\ gle = (2n-4)*90^{\circ}$$

N: تعني عدد أضلاع المضلع المغلق.

Line	*Forward Bearing*	*Backward Bearing*
AB BA	100°-	280°-
BC CB	34°-	214°-
CD DC	295°-	115°-
DA AD	270°-	90°-

وبالتالي الزوايا الداخلية للمضلع هي:

Angle (A) = 100°-90°= 10°

Angle (A) = 360° - 280° -34°= 114°

Angle (A) = 29°5 - 214°= 81°

Angle (A) = 270°- 115°= 155°

Total Angle = 360°

❖ **الجاذبية المحلية(Local Attraction):**

تعرف الجاذبية المحلية بأنها:

التغير الناتج في إتجاه الشمال المغناطيسي(اتجاه الإبرة المغناطيسية) بسبب وجود مؤثرات خارجية كوجود قطع أو أدوات معدنية أو منشآت حديدية أو سكك حديدية.

وللتأكد من عدم وجود جاذبية محلية أثناء عملية الرصد لابد من إيجاد الانحراف الأمامي والخلفي إذا كان الفرق لا يساوي°180 فهذا يعني وجود جاذبية محلية ولابد من تصحيحها.

مثال:

مضلع مغلق ABCDA، انحرافاته الأمامية والخلفية موضحة في الجدول التالي، المطلوب التحقق من وجود الجاذبية المحلية وفي حال وجودها إجراء التصحيح اللازم.

Line	*Forward Bearing*	*Backward Bearing*
AB BA	152°-	332°-
BC CB	66°-	244°-
CD DC	288°-	110°-
DA AD	215°-	35°-

الحل:

نقوم بإيجاد الفرق بين الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي ويشترط لعدم وجود جاذبية ان يكون الفرق بين الإنحراف الأمامي والخلفي يساوي°180.

Line	*Forward Bearing*	*Backward Bearing*	*Difference. Between(F&B)*
AB BA	152°-	332°-	180°
BC CB	66°-	244°-	178°
CD DC	288°-	110°-	178°
DA AD	215°-	35°-	180°

من الجدول التالي نستنتج ما يلي:

- الفرق بين الانحراف الأمامي والخلفي للخط(AB) يساوي 180° وبالتالي لاتوجد جاذبية محلية في A أو B.
- الفرق بين الانحراف الأمامي والخلفي للخط(DA) أيضاً يساوي 180° وبالتالي لاتوجد جاذبية محلية عند النقطة D.
- النقاط A و B و D لا تحتوي على جاذبية محلية.
- نجد الآن أن الفرق بين الإنحراف الأمامي والإنحراف الخلفي للخط(CD) يساوي 178° وهو ينقص عن 180° بمقدار درجتين(2°) وهو مقدار انحراف الإبرة المغناطيسية عن الشمال المغناطيسي وبالتالي يوجد جاذبية محلية عند النقطة C.
- يتم إجراء التصحيح بإضافة الدرجتين إلى كل من الانحراف الخلفي للخط CB والانحراف الأمامي للخط CD.
- يتم بعد ذلك التحقق من الزوايا الداخلية للمضلع المغلق، كما يلي:-

Line	*Forward Bearing*	*Backward Bearing*	*Difference. Between(F&B)*
AB BA	152°-	332°-	180°
BC CB	66°-	244°+2°=246°-	180°
CD DC	288°+2°=290° -	110°-	180°
DAAD	215°-	35°-	180°

التحقق من الزوايا الداخلية:

Angle (A) = 152°-35°=117°

Angle (B) = 360°- 332°+66°=94°

Angle (A) = 290°-246°=44°

Angle (A) = 215°- 110°=105°

Total Angle = 360°


الوحدة الرابعة
الأحداثيات

مقدمة:

يفيد نظام الإحداثيات في تحديد موقع نقطة ما بشكل دقيق على سطح الأرض، أو في الفراغ أو في مستوي، ويوجد عدة أنواع النظام الإحداثيات:

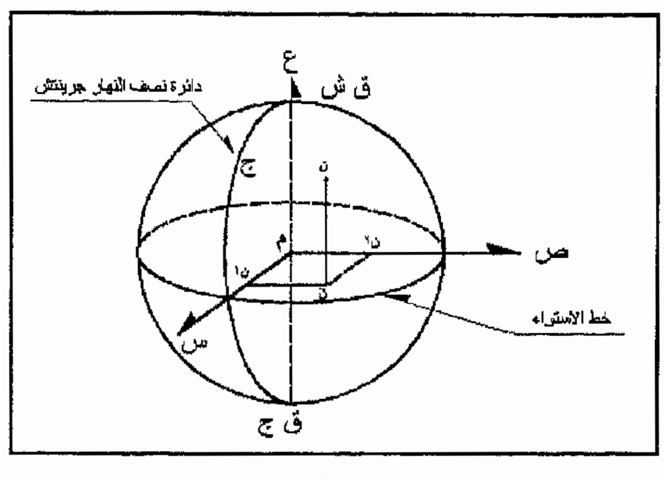
1. نظام الإحداثيات الجغرافية.
2. نظام الإحداثيات الفراغية.
3. نظام الإحداثيات المستوية.

حيث نجد أن:

(1) نظام الإحداثيات الجغرافية:

هو النظام الذي يعتمد على تحديد موقع النقطة على سطح الكرة الأرضية، يعتبر هذا النظام من أكثر الأنظمة شهرة لارتباطه بسطح الأرض وعلاقته بحسابات التوقيت، وبالتالي هو نظام ثلاثي الأبعاد يمثل النقطة على سطح الكرة الأرضية بثلاثة قيم عددية ،

ويتم تحديد قيمتين من القيم الثلاثة لموقع أي نقطة على سطح الكرة الأرضية بتقاطع خط الطول المار بهذه النقطة مع خط العرض المار بها، أما القيمة الثالثة فهي منسوب النقطة(أي ارتفاع هذه النقطة عن سطح الأرض)، كما في الشكل(50).



شكل(50)

❖ تعاريف:

خط الطول الجغرافي لنقطة ما:

هو عبارة عن دائرة مركزها نقطة مركز الكرة الأرضية وتمر بالنقطة والقطب الشمالي والقطب الجنوبي للكرة الأرضية.

- خط العرض الجغرافي:

خط العرض الجغرافي لنقطة ما على سطح الأرض: هو عبارة عن دائرة تمر بالنقطة وتوازي دائرة الاستواء وتتعامد على خطوط الطول.

ملاحظة:

يعتبر خط الإستواء في هذا النظام هو الخط الأساسي لدوائر العرض، ويعتبر خط الطول الذي يمر بمدينة جرينتش قرب مدينة لندن بإنجلترا هو الخط

الأساسي لخطوط الطول الذي بدوره يتقاطع مع خط الاستواء في نقطة التي تعتبر مبدأ الإحداثيات لهذا النظام.

- أما محاور الإحداثيات فهي المحاور المنحنية، المحور الأول هو منحني خط الاستواء، أما المحور الثاني فهو منحني خط الطول"جرينتش".

(2) نظام الإحداثيات الفراغية:

هو النظام الذي يعتمد على تحديد موقع النقطة في الفراغ ،

تم استخدام هذا النظام وانتشاره بعد استخدام النظام الكوني لتحديد المواقع، نظام(GPS)، لضرورة استخدام الإحداثيات الفراغية لتمثيل المواقع الأرضية في نظام عالمي واحد.

وهنا لابد من تعيين النقطة لهذا النظام من خلال ثلاثة مقادير عددية(X,Y,Z).

(3) نظام الإحداثيات المستوية:

يحدد موقع النقطة في المستوي، وينقسم إلى قسمين:

أ. نظام الإحداثيات المتعامدة.

ب. نظام الإحداثيات القطبية.

ولابد في كل نظام من هذه الأنظمة توفر بعض الأمور:

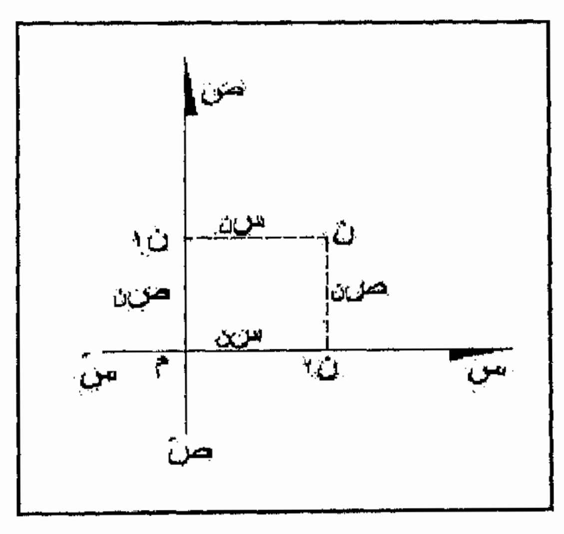
- أن يكون نظام محاورها واضحة ومحددة بحيث يمكن تميزها عن باقي محاور نظم الإحداثيات الأخرى.
- أن تكون نقطة الأصل(مبدأ الإحداثيات) معلومة ومحددة.

- توفر نظام هندسي يساعد في تحديد العلاقة بين موقع النقطة على الأرض والمحاور الإحداثية.

أ. نظام الإحداثيات المستوية المتعامدة:

يتميز هذا النظام بالسهولة والبساطة حيث يتحدد موقع أي نقطة في المستوي من خلال قياس بعدين متعامدين عن مستقيمين متقاطعين بزاوية قائمة، حيث يعتبر هذان المستقيمان المتقاطعان المتعامدان بمحوري الإحداثيات.

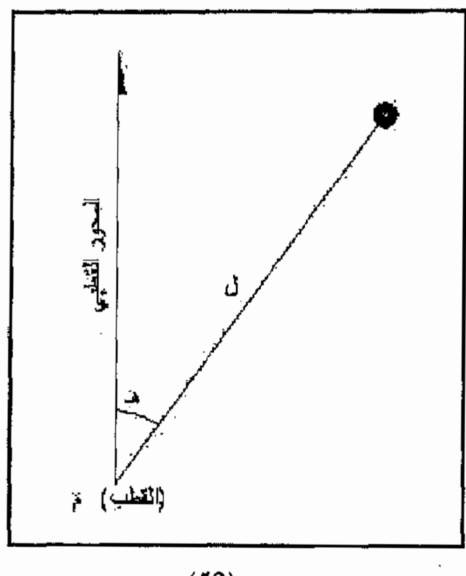
ولتحديد أي نقطة ولتكن النقطة A واقعة في المستوي، حيث يتم خلال قياس بعديها عن المحورين وهذان البعدان يسميان بإحداثيات النقطة A، كما في الشكل(51).



شكل(51)

ب. نظام الإحداثيات المستوية القطبية:

يتم من خلال هذا النظام قياس الزوايا والمسافات للنقاط في الطبيعة وذلك من خلال مراصد الرفع حيث يتم قياس البعد بين المرصد والنقطة وكذلك الزاوية بين الخط الواصل بين نقطة المرصد ونقطة الهدف والاتجاه المعلوم، وتسمى المسافة والزاوية بالإحداثيات القطبية للنقطة، شكل(52).



شكل(52)



الوحدة الخامسة

قياس المساحات والحجوم

قياس المساحات والحجوم

إيجاد المساحات(Determination Of Areas):

تعتبر العمليات الخاصة لحساب المساحات من الطبيعة أو من الخرائط من الأعمال الهامة والأساسية في عمل المساح ،

ونجد انه قد تكون قطعة الأرض أو الشكل المطلوب تعيين مساحته على هيئة أشكال غير منتظمة أو منتظمة الشكل، حيث نجد انه يمكن حساب مساحة الأشكال المنتظمة مثل(المثلث، المربع، المستطيل، أشباه المنحرفات، متوازي الأضلاع، القطاع الدائري، القطع الناقص، والدائرة،....وغيرها).

أما بالنسبة للأشكال الغير منتظمة والتي تحوي حدود متعددة ومتعرجة، فيوجد عدة طرق لحسابها وسوف يتم تناولها لاحقاً.

أولاً: مساحة الأشكال المنتظمة:

أ. مساحة المثلث:

يتم حساب مساحة المثلث بناءً على المعلومات المتاحة أو معطيات المثلث كأطوال الأضلاع أو الزاوية بين الأضلاع.....الخ.

وفيما يلي شرح لهذه الحالات:

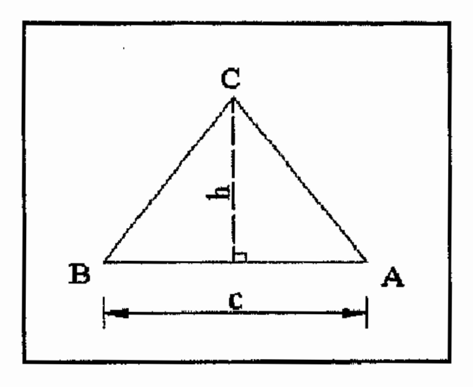
(1) حساب مساحة مثلث معلوم طول قاعدته وارتفاعه:

يوضح الشكل(53) و الشكل(54) مثلث معلوم ارتفاعه h وقاعدته C وبالتالي يتم حساب مساحته من العلاقة التالية:

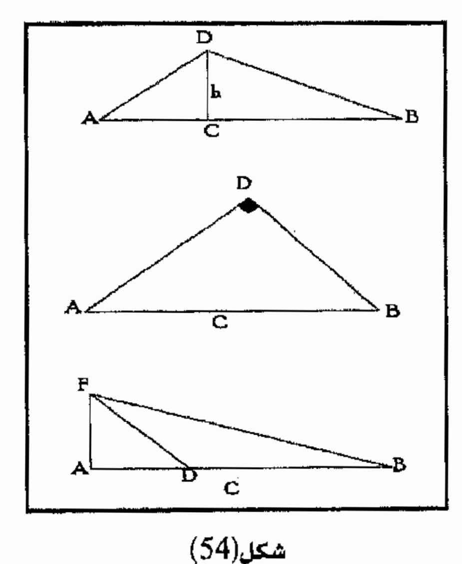
مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ مساحة القاعدة * الارتفاع

$$A= \frac{1}{2}(Base * Height)$$

$$A=\frac{1}{2}(h * C)$$



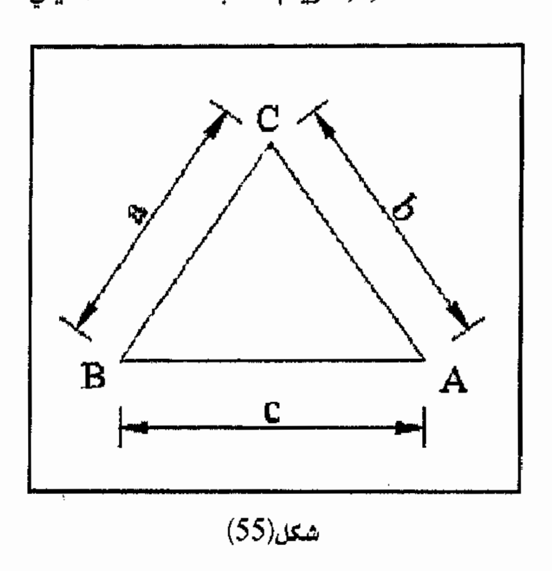
شكل(53)



شكل(54)

(2) حساب مثلث معلوم أطوال أضلاعه الثلاثة:

يستفاد من هذه في أعمال المساحية العقارية ويوضح الشكل(55) مثلث معلوم أطوال أضلاعه الثلاثة a,b,c، ويتم حسابه مساحته كما يلي:



شكل(55)

نحسب قيمة نصف محيط المثلث S:

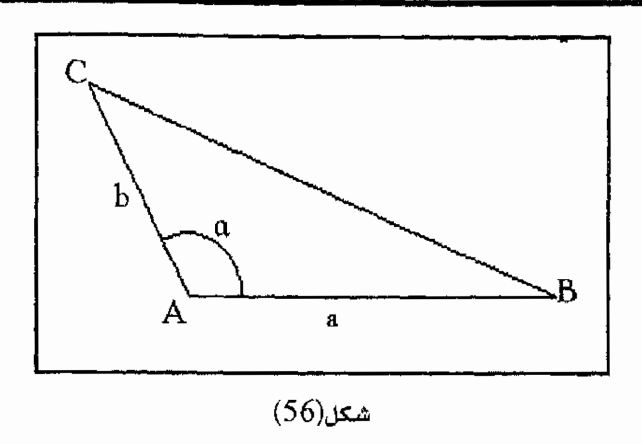
$$S=\frac{a+b+c}{2}$$

ثم نحسب المساحة من العلاقة التالية:

$$\text{Area} = \sqrt{(s(s-a)(s-b)(s-c))}$$

(3) مساحة مثلث معلوم طول ضلعين منه والزاوية المحصورة بينهما:

يوضح الشكل(56) مثلث بمعلومية أطوال أضلاعه والزوايا،حيث يتم حساب مساحته من العلاقة التالية:



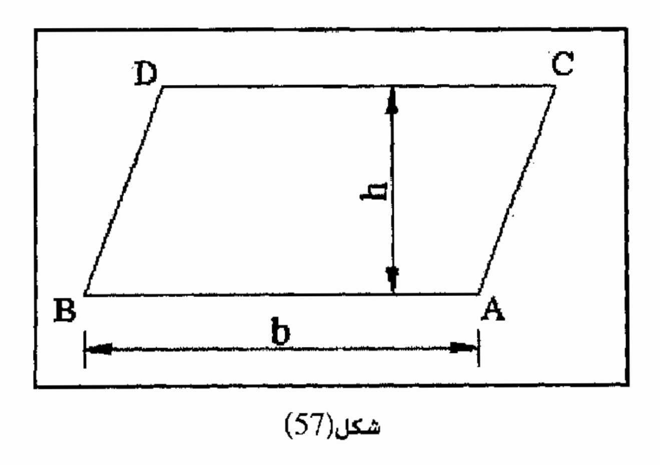
شكل(56)

المساحة تساوي:

$$Area = \frac{1}{2}\ a*b*\sin\alpha$$

ب. مساحة متوازي الأضلاع:

يتم حساب مساحة متوازي الأضلاع الموضح بالشكل(57) من خلال العلاقة التالية:



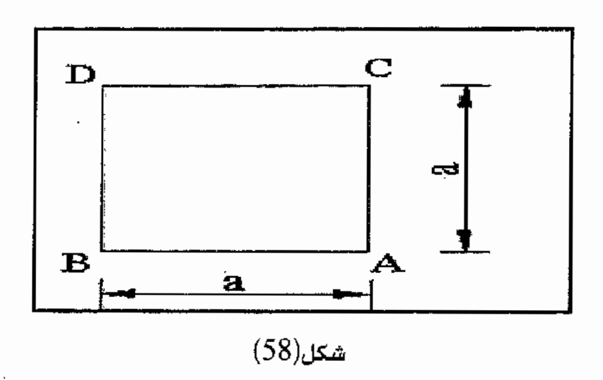
شكل(57)

المساحة تساوي:

$$Area = b*h$$

ج. مساحة المربع والمستطيل:

يتم حساب مساحة المربع الموضح بالشكل(58) كما يلي:

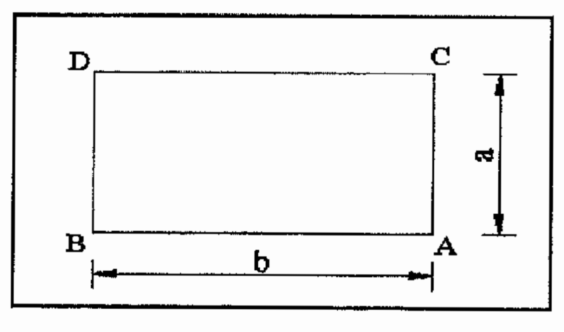


شكل(58)

المساحة تساوي:

$$Area = a^2$$

ولحساب مساحة المستطيل الموضح بالشكل(59) فيتم حسابه كما يلي:



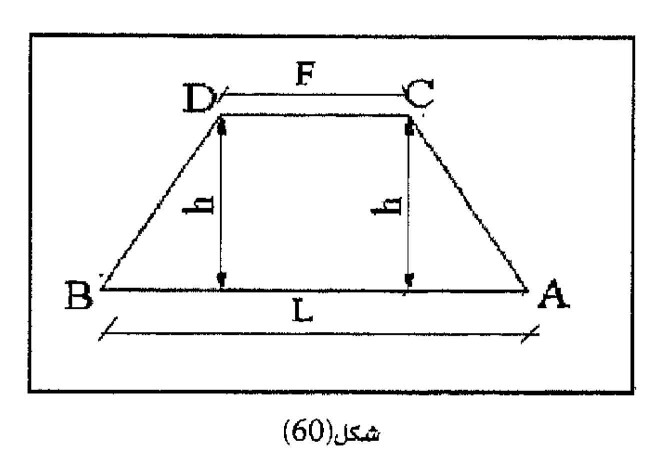
شكل(59)

المساحة تساوي:

$$Area = a * b$$

د. مساحة شبه المنحرف:

يتم حساب مساحة شبه المنحرف الموضح بالشكل التالي(60) كما يلي:



شكل(60)

المساحة تساوي:

المساحة =(مجموع القاعدتين/2) * الارتفاع.

$$Area = (\frac{L+F}{2}) * h$$

ثانيا: الأشكال محددة بخطوط مستقيمة

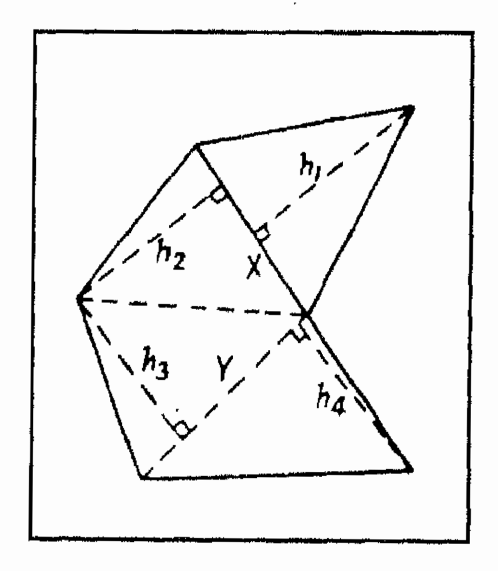
Areas Bounded By Straight Lines

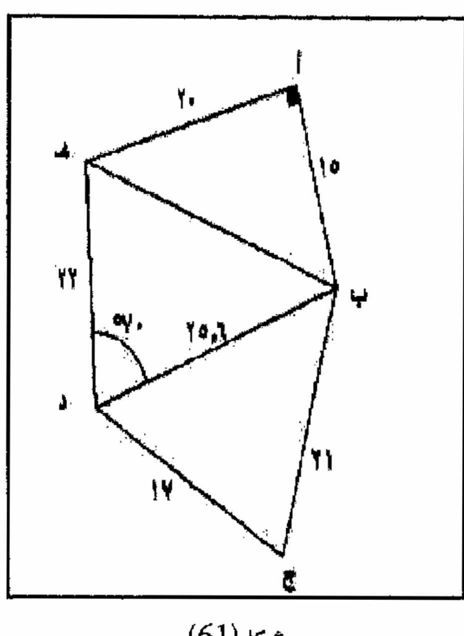
يمكن تحديد مساحتها بإحدى الطرق التالية:

- تقسيم هذه الأشكال إلى مثلثات ثم حساب مساحة كل مثلث على حده عن طريق أطوال الأضلاع الثلاثة او طول ضلعين او الزاوية المحصورة بينهما أو طول القاعدة والارتفاع ثم بتجميع هذه المساحة الكلية للشكل
- وأيضا يمكن تقسيم هذا الشكل أشباه المتحرفات او أي من الأشكال الهندسية المنتظمة وفيها يتم حساب مساحة كل شكل منتظم على حدة بجمع هذة المساحات فنحصل على المساحة الكلية للشكل.

والشكل(61) يوضح كيفية إيجاد المساحة للشكل التالي حيث نجد ان X و Y يمثلان قاعدة مشتركة لكل مثلثين.

$$A=\frac{1}{2}*((h_1+h_2)\ X+(h_3+h_4)\ Y)$$





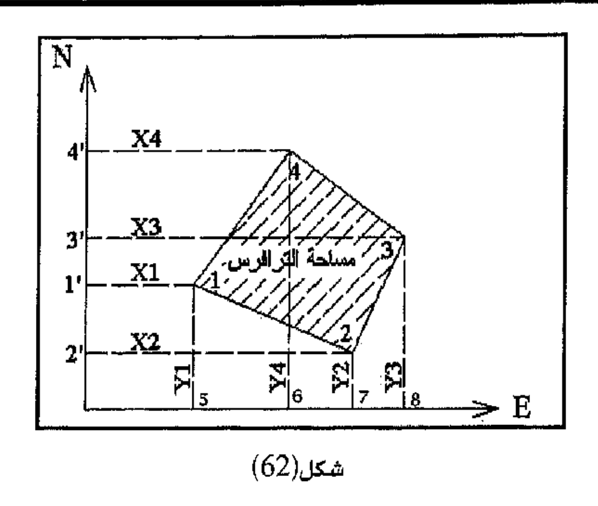
شكل(61)

ثالثا: المساحة من الإحداثيات(Area By Coordinates):

عند وجود مضلع مغلق وإحداثيات رؤوسه معلومة فإنه يمكن حساب مساحته بتحويله الى أشباه منحرفات وحساب مساحة كل شبه منحرف على حده ثم إيجاد المساحة الكلية التي = مجموع مساحات أشباه المنحرفات

والشكل(62) يوضح المضلع المغلق 1,2,3,4 حيث يمثل X الإحداثي السيني(Easting)، و y يمثل الإحداثي الصادي Northing فإنه يتم حساب مساحته من خلال تقسيمه إلى عدة أشباه منحرفات ثم جمع هذه المساحات مع بعض لنحصل على المساحة الكلية للمضلع(الترافرس):

<u>المساحة الكلية للمضلع</u> =(مساحة شبه المنحرف 1456) +(مساحة شبه المنحرف 4368) - (مساحة شبه المنحرف 1257) –(مساحة شبه المنحرف 3278)

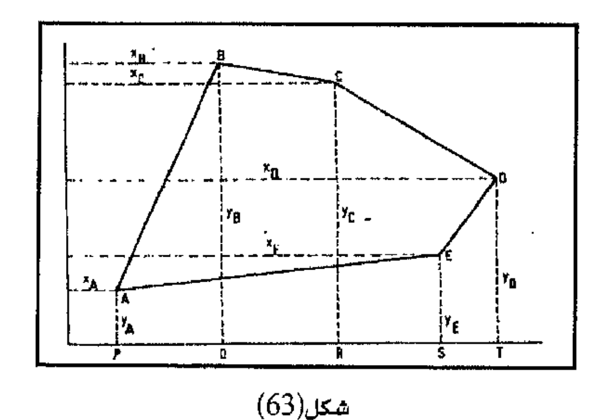


شكل(62)

وبالتالي المساحة:

$$Area = \frac{1}{2}(y_1+y_4)(x_4-x_1) + \frac{1}{2}(y_4+y_3)(x_3-x_4) - \frac{1}{2}(y_1+y_2)(x_2-x_1) - \frac{1}{2}(y_2+y_3)(x_3-x_2)$$

- ويوضح الشكل(63) مضلع مغلق يحوي 5 أضلاع ويتم حساب مساحته كما يلي:



شكل(63)

$$Area = \frac{1}{2}(y_A + y_B)(x_B - x_A) + \frac{1}{2}(y_B + y_C)(x_C - x_B) + \frac{1}{2}(y_C + y_D)(x_D - x_C) - \frac{1}{2}(y_A + y_E)(x_E - x_A) - \frac{1}{2}(y_E + y_D)(x_D - x_E)$$

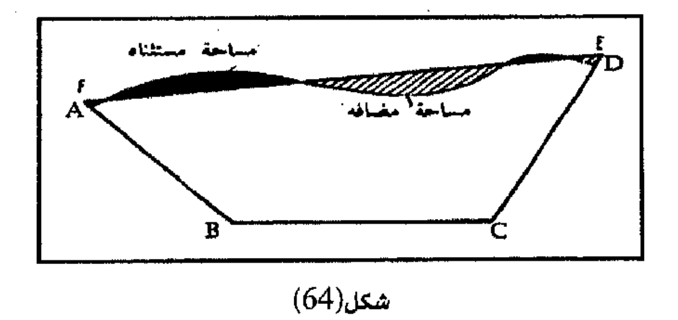
رابعا: مساحة الأشكال الغير منتظمة(Irregular Areas):

إذا كانت قطعة الأرض المطلوب حساب مساحتها ذات أشكال منحنية أو غير منتظمة، فانه يتم حساب مساحتها بإحدى الطرق التالية:

أ. طريقة الحذف والإضافة(Give & take):

تعتبر هذه الطريقة تقريبية، وتتلخص في تحويل الشكل إلى مضلع يكافئه في المساحة بشكل تقريبي، ثم حساب مساحة هذا المضلع من خلال تقسيمه الى أشكال هندسية منتظمة(مثلثات، مربعات، أشباه منحرفات)، وذلك من خلال خطوط تسمى خطوط الحذف والإضافة، ويجب مراعاة بأن تكون المساحة المستثناه خارج الخط من الحد المتعرج تساوي المساحة التي يضيفها وجود هذا الخط الى الشكل.

والشكل(64) يوضح قطعة ارض محددة بالنقاط(ABCD)، ذات تعرجات في الحد CD ولذلك نجد انه عند إضافة خط الحذف والإضافة(EF) الذي يحول قطعة الأرض هذه إلى شكل هندسي منتظم يمكن حساب مساحته.



شكل(64)

ب. طريقة المربعات(Counting Squares):

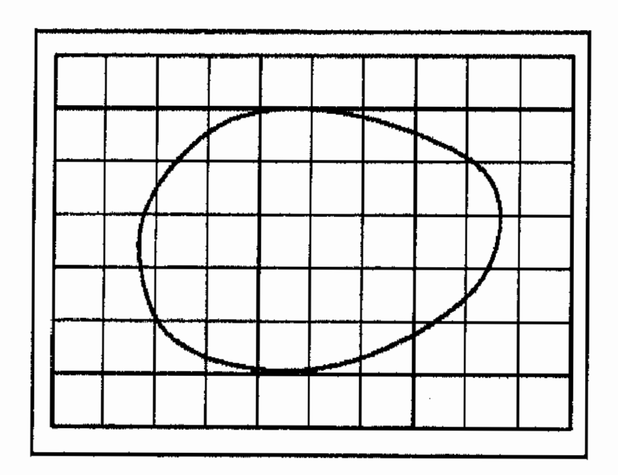
تعتبر طريقة تقريبية وهي تعتبر أكثر دقة من الطريقة السابقة وتتلخص في عمل شبكة مربعات على ورقة شفافة أو على الخريطة نفسها وأبعاد هذة المربعات حوالي(0.5 ÷ 0.5) سم ،

ثم نقوم بوضع هذه الورقة فوق المساحة المطلوب إيجادها، وبعد ذلك نقوم بحساب عدد المربعات التي تحتويها المساحة، كما في الشكل(65).

وإذا قطع الحد احد المربعات فانه يحسب على أساس مربع كامل إذا كان أكثر من نصف المربع يقع ضمن الحد ويحذف إذا كان اقل من نصف المربع يقع ضمن الحد.

ومن ثم يتم حساب المساحة من العلاقة التالية:

المساحة = عدد المربعات ÷ مساحة المربع الواحد ÷ (ماتساويه الوحدة على الخارطة على الطبيعة حسب مقياس رسم)2.



شكل(65)

مثال:

إذا كان عدد المربعات التي تغطي قطعة ارض مرسومة بمقياس رسم 1:1500، تساوي 3540 مربع وإذا كان طول ضلع المربع 0.5cm، فما هي مساحة قطعة الأرض؟

الحل:

المساحة = عدد المربعات * مساحة المربع الواحد *(ما تساويه الوحدة على الخارطة على الطبيعة حسب مقياس رسم)2.

$$\text{Area} = 3540 \times 0.5^2 \times (1500)^2 = 199125 \times 10^4 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{1991250000}{10000}$$

$$= 199125 \text{ m2}$$

ج. **طريقة متوسط الارتفاعات(Mean Ordinate):**

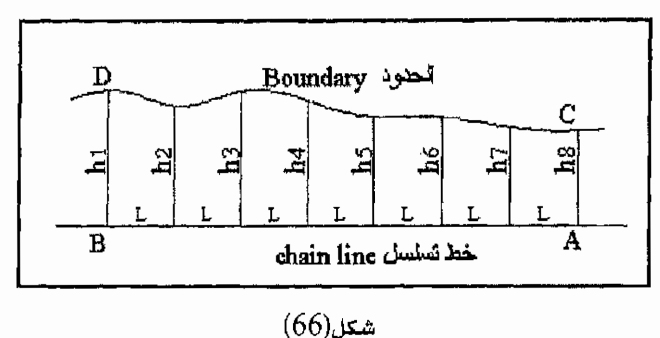
تعتبر من الطريق التقريبية وتستخدم عندما يكون الفرق بين أطوال الأعمدة ليس كبيرا،

وتعتمد فكرتها على تحويل المساحة كلها إلى مستطيل طوله عبارة عن طول قطعة الأرض وارتفاعه متوسط ارتفاع الأعمدة.

المساحة = طول القطعة X(مجموع أطوال الأعمدة/عدد الأعمدة).

$$\text{Area} = \frac{Length*sumoffsets}{no.ofoffsets}$$

والشكل(66) يوضح شريحة الأرض التي يكون طول القسم الواحد فيها هو L فإن مساحته تساوي:



شكل(66)

المساحة تساوي:

$$A = 7x\,L\left(\frac{h1+h2+h3.......h8}{8}\right)$$

د. طريقة اشباه المنحرفات(**Trapezoidal Rule**):

تعتبر هذه الطريقة دقيقة عندما تكون حدود الأرض شبه مستقيمة وعندما تكون حدود الأرض منحنية فيفضل جعل المسافة بين الأعمدة اصغر ما يمكن للحصول على نتائج دقيقة.

وفكرة هذه الطريقة تعتمد على: حساب مساحة كل قسم على انه شبه منحرف قاعدتاه العمودين وارتفاعه هي المسافة بين الأعمدة(X) وتحسب المساحة من العلاقة التالية:

المساحة =($\frac{X}{2}$)[طول العمود الأول + طول العمود الأخير+ 2) مجموع باقي الأعمدة)].

حيث(X): هي طول القسم.

ويجب هنا أن تكون جميع الأقسام متساوية وأما اذا لم تكن أطوال هذه الأقسام متساوية فيجب ان تخرج مساحة كل شبه منحرف على حده ثم نقوم بجمع هذه المساحات معا حتى نحصل على المساحة الكلية.

والشكل التالي يوضح(67) كيفية إيجاد المساحة:

$$A= \frac{X}{2} *(O1+O_6+ 2(O_2+O_3+O_4+O_5)$$

وعند اختلاف الأقسام يتم من خلال حساب المساحة مع الإنتباه أن طول القاعدة أو طول القسم هو الارتفاع:

$$A_1= (\frac{O1+O2}{2})\ X$$

$$A_2= (\frac{O2+O3}{2})\ X$$

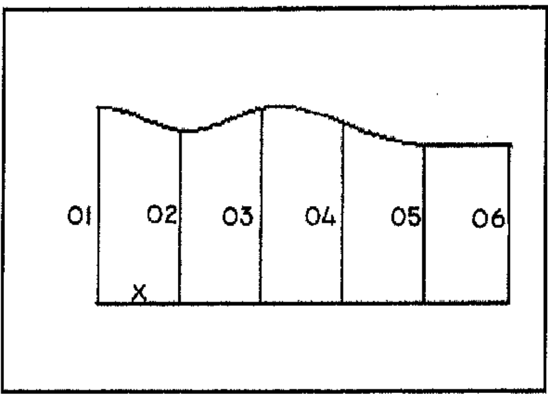
$$A_3= (\frac{O3+O4}{2})\ X$$

$$A_4= (\frac{O4+O5}{2})\ X$$

$$A_5= (\frac{O5+O6}{2})\ X$$

ومن ثم نجمع جميع المساحات:

Sum (A)= A1+A2+……..A5



شكل(67)

ه. طريقة سمبسون(Simpsons Rule):

تعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق في إيجاد مساحات الأراضي التي تكون حدودها على أشكال منحني مع اشتراط أن يكون عدد الأقسام المحصورة بين الأعمدة هو عدد زوجي ومتساوي، ويتم حساب المساحة من العلاقة التالية:

المساحة = $\frac{X}{3}$(طول العمود الأول + طول العمود الأخير + 2 * مجموع أطوال الأعمدة الفردية + 4 مجموع أطوال الأعمدة الزوجية).

ويجب مراعاة عدة أمور عند تطبيق العلاقة السابقة:

- يجب أن تكون جميع الأقسام متساوية.
- يجب أن يكون عدد الأقسام زوجي، وفي حال كان العدد فردي يحذف قسم عند احد الأطراف(يفضل الطرف الأخير)، ثم نحسب مساحته إلى المساحة المحسوبة بالقانون).
- عند اخذ الأعمدة الفردية لا يؤخذ العمود الأول والأخير مرة أخرى.

ملاحظة:

عند عدم وجود أعمدة في بداية أو نهاية الشكل فيعتبر قيمة العمود الأول أو الأخير مساوي للصفر.

و. طريقة ودل(Weddle's Rule):

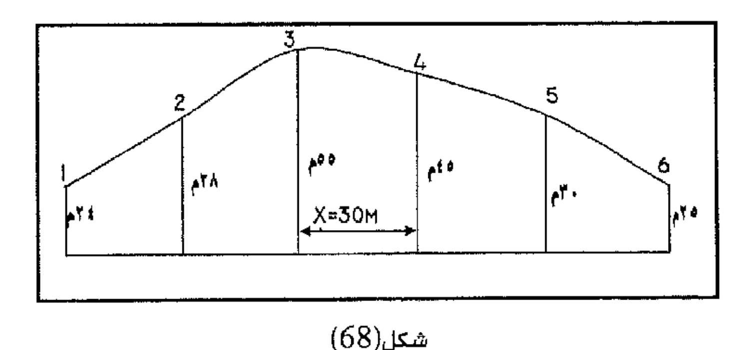
يفضل استعمال هذه الطريقة عند كون عدد الأعمدة كثيرة، ويتم حساب المساحة من العلاقة التالية:

المساحة = $\frac{3X}{10}$ (مجموع الأعمدة الفردية + 5 أمثال الأعمدة الزوجية + مجموع كل ثالث عامود باستثناء العمود الأول والأخير).

مثال:

الشكل(68) يبين الأعمدة المأخوذة من خط الجنزير إلى حدود قطعة الأرض المطلوب إيجاد مساحة القطعة إذا كانت المسافة بين كل عمودين 30 م بطريقة:

(متوسط الأعمدة، أشباه المنحرفات، سمبسون، ودل).



شكل(68)

الحل:

1. طريقة متوسط الأعمدة:

المساحة = طول القطعة x(مجموع أطوال الأعمدة/عدد الأعمدة).

$$5x\ 30\left(\frac{24+28+55+45+30+25}{6}\right) = 5175\ m^2 = A$$

2. طريقة أشباه المنحرفات:

المساحة =($\frac{x}{2}$)[طول العمود الأول + طول العمود الأخير + 2)مجموع باقي الأعمدة)].

$$Area = \left(\frac{30}{2}\right)(\ 24+25+2(28+55+45+30)) = 5475\ m^2$$

3. طريقة سمبسون

المساحة = $\frac{X}{3}$(العمود الأول + العمود الأخير + 2 * مجموع أطوال الأعمدة الفردية + 4 مجموع أطوال الأعمدة الزوجية).

يطبق هذا القانون إذا كان عدد الأقسام زوجي وفي هذا المثال عدد الأقسام فردي لذلك نحذف القسم الأخير ونجد مساحته على حده ثم نضيفها للمساحة المحسوبة من العلاقة التالية:

$$A_1 = \frac{30}{3})24+30+4(28+45)+2(55)) = 4560\ m^2$$

والجزء المتبقي يتم حسابه على أساس انه شبه منحرف حيث:

$$A_2 = (\frac{25+30}{2})\ x30 = 825\ m^2$$

المساحة الكلية تساوي مجموع المساحتين:

$$A = A_1 + A_2 = 5385\ m^2$$

4. طريقة ودل:

المساحة = $\frac{3X}{10}$(مجموع الأعمدة الفردية + 5 أمثال الأعمدة الزوجية + مجموع كل ثالث عامود باستثناء العمود الأول والأخير).

$$A = \frac{3x30}{10})24+55+30+5(28+45+25)+45) = 5796\ m^2$$

البلانيمتر(Planimeter)

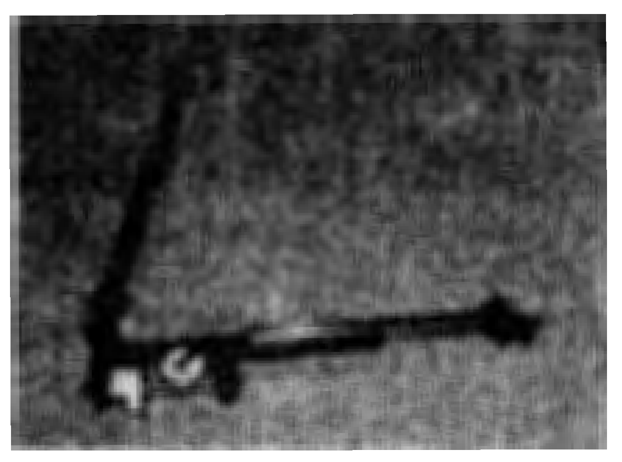
جهاز البلانيمتر يستخدم لحساب المساحات بشكل مباشر من الخرائط وخاصة في المساحات ذات الحدود المنحنية، والشكل(69) يوضح شكل جهاز البلانيمتر.

يتكون جهاز البلانيمتر:

أ. ذراع التخطيط(The Tracing Arm).

ب. ذراع الثقل(The Pole).

ج. العجلة الراسية(Measuring Wheel).



شكل(69)

وفيما يلي شرح لهذه الأجزاء:

أ. ذراع التخطيط(**The Tracing Arm**):

يستخدم هذا الذراع من اجل تخطيط حدود الخارطة المستوجب إيجاد مساحتها، وهو ذراع مصنوع من المعدن يوجد في احد طرفيه إبرة عامودية بجوارها مسمار ذو نهاية ملساء، وتمر هذه الإبرة على حدود الخريطة بواسطة المقبض الموجود فوق الإبرة كما وان وظيفة المسمار حماية الخارطة من التمزق.

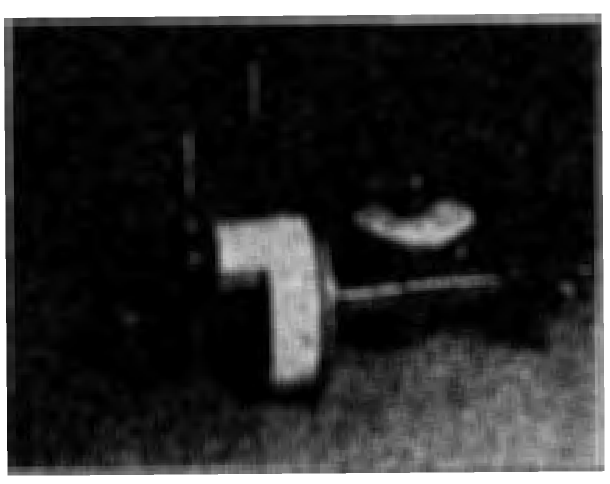
ب. ذراع الثقل(**The Pole**):-

يحوي هذا الذراع ثقل عند طرفيه مثبت بواسطة إبرة حتى لا يتحرك أثناء تحرك ذراع التخطيط، كما ويحوي الطرف الأخر منه على مخروط موجود في ثقب ضمن غلاف ينزلق على ذراع التخطيط، وهذا الغلاف يحوي ونية تقرأ $\frac{1}{10}$ من اصغر أقسام ذراع التخطيط الذي يتحرك بدوره حركة بطيئة وحركة أخرى سريعة لوضع ثابت البلانيمتر على الذراع، وهذا الثابت موجود بالجدول المرفق بالجهاز.

ج. المجلة الراسية(Measuring Wheel):

تقسم العجلة الراسية إلى عشرة أقسام متساوية رئيسية وكل قسم من هذه الأقسام يقسم إلى عشرة أقسام متساوية فرعية، يتم قراءة هذه الأجزاء الفرعية المساوية إلى($\frac{1}{10}$)، وترتكز هذه العجلة على الورقة وتكون حافتها ملساء.

وتدور العجلة الرأسية على محور أفقي متصل بقرص أفقي مقسم إلى عشرة أقسام متساوية وعليها مؤشر، وعندما تدور العجلة الرأسية دورة كاملة يدور مؤشر القرص الأفقي قسماً واحداً، كم هو موضح بالشكل(70).



شكل(70)

ملاحظات هامة:

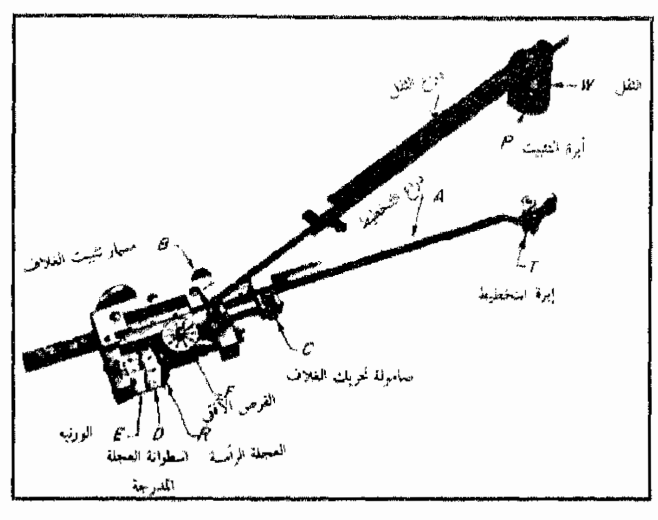
- كل قسم رئيسي من العجلة الرأسية يساوي 100 وحدة بلانيمترية.
- كل قسم فرعي للعجلة الرأسية يساوي 10 وحدات بلانيمترية.
- الورنية الموجود بجوار العجلة الرأسية تقرأ اقرب وحدة بلانيمترية واحدة.
- كل قسم واحد من القرص الأفقي يساوي 1000 وحدة بلانيمترية.

- **طريقة استخدام جهاز البلانيمتر:**

- يحوي الجهاز وكما ذكرنا على جدول يحوي مقاييس لرسم المستعملة ومقابلها قيمة الطول الذي ينبغي تثبيته لذراع التخطيط، كما يحوي المساحة الحقيقية حسب مقياس الرسم المستعمل، كما ويحوي المساحة الحقيقية لكل وحدة بلانيمترية.
- عند استخدام الجهاز نضع ذراع الثقل خارج حدود المساحة، ويراعي تعامد ذراع الثقل مع ذراع التخطيط.
- قبل إجراء أي عملية قياس جديدة لابد من تصفير العجلة الرأسية والقرص الأفقي.
- يفضل وضع الإبرة الموجودة في ذراع التخطيط في مركز ثقل المساحة.
- تمرر الإبرة على حدود الخارطة من خلال المقبض الموجود فوقها.
- تدور الإبرة على حدود الخارطة بعكس اتجاه عقارب الساعة.
- يبدأ دوران الإبرة من نقطة معينة وننتهي عندها.
- في حال كون الخريطة مرسومة بمقياس رسم غير موجود بالجدول وأردنا حساب المساحة الحقيقية للخريطة يتم ذلك من خلال تطبق القانون التالي:

(المساحة حسب مقياس الرسم المستعمل/المساحة الحقيقية) =(مقياس الرسم الحقيقي/مقياس الرسم المستعمل)2

والشكل(71) يوضح جميع أجزاء الجهاز:



شكل(71)

مثال:

استخدم جهاز بلانيمتر في قياس خريطة وتم التوصل الى:

- تجاوز مؤشر القرص الأفقي الرقم 3
- تجاوز صفر الورنية على العجلة الرأسية الرقم 5.
- تجاوز صفر الورنية على العجلة الرأسية الفرعية الرقم 2.
- خط انطباق الورنية على العجلة الرأسية 4.

المطلوب إيجاد مساحة القطعة إذا كانت كل وحدة بلانيمترية تعادل($6m^2$) على الطبيعة.

الحل:

- تجاوز القرص الأفقي الرقم 3:

3x1000=3000.

- تجاوز صفر الورنية على العجلة الرئيسية الرقم :5

5x100 = 500

- تجاوز صفر الورنية على العجلة الفرعية الرقم :2

2x10 =20

- خط انطباق الورنية على العجلة الراسية يؤخذ رقم صحيح = 4مجموع الوحدات البلانومترية = 3524 وحدة بلانومترية.

وبالتالي المساحة تساوي:

A= 3524 X 6 = 21144 m2

مثال:

المطلوب إيجاد مساحة الحقيقة لقطعة الأرض المرسومة بمقياس رسم 1:3000، وغير موجود بالجدول علما أن مقياس الرسم الموجود بالجدول يساوي 1:1500، والمساحة المقابلة لهذا المقياس تساوي 3260 م2.

الحل:

نعوض بالقانون السابق فنجد أن المساحة تساوي:

(المساحة حسب مقياس الرسم المستعمل/المساحة الحقيقية) =(مقياس الرسم الحقيقي/مقياس الرسم المستعمل)2.

نرمز للمساحة الحقيقية ب X:

$$\frac{3260}{X} = \left(\frac{(1/3000)}{(1/1500)}\right)^2$$

$$\frac{3260}{X} = \left(\frac{1500}{3000}\right)^2$$

$$X = 13040\ m^2$$

- حساب الحجوم

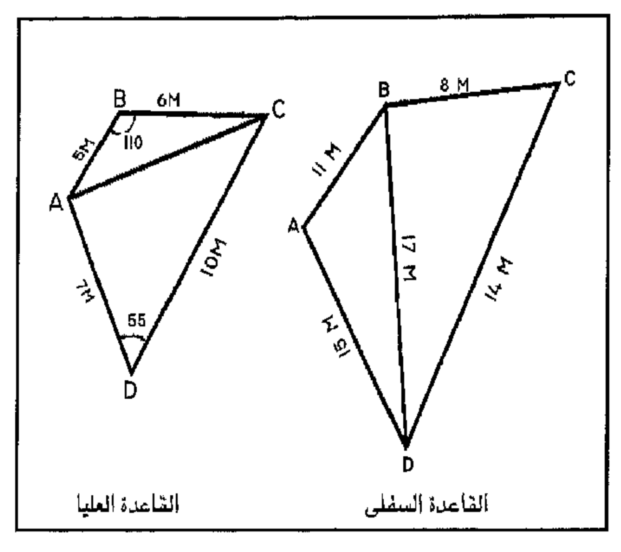
1. حساب حجم الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة:

يتم حساب حجم أي شكل غير منتظم محدد بمجموعة من الخطوط المستقيمة من خلال العلاقة التالية:

حجم الشكل الغير منتظم = متوسط مساحة القاعدتين(العليا والسفلى) * الارتفاع بين القاعدتين.

مثال:

قطعة ارض شكلها وحدودها مستقيمة وشكلها غير منتظم ويراد حفرها على عمق 6m المطلوب حساب كمية الحفر اذا كان شكل قطعة الأرض من الأسفل والأعلى موجودة بالشكل(72):



شكل(72)

الحل:

نحسب مساحة القاعدة العليا:

نحسب مساحة المثلث ABC:

$$A_1=\frac{1}{2}*5*6*\sin 110=14.095\ m$$

ثم نحسب مساحة المثلث Acd:

$$A_2=\frac{1}{2}*7*10*\sin 55= 28.67\ m$$

وبالتالي مساحة القاعدة العليا:

$$A=A_1+A_2= 42.765\ m$$

ثم نحسب مساحة القاعدة السفلى:

مساحة المثلث ABD:

$$S=\frac{11+15+17}{2}$$

$$A_1=\sqrt{((21.5(21.5-11)(21.5-15)(21.5-17))}=81.26$$

ثم نحسب مساحة المثلث CDB:

$$S=\frac{17+14+8}{2}$$

$$A_2=\sqrt{((19.5(19.5-17)(19.5-14)(19.5-8))}$$

$$A=A_1+A_2=136.79\ m^2$$

متوسط المساحة للقاعدتين:

$$\frac{42.765+136.79}{2}=89.78m^2$$

حجم قطعة الأرض = متوسط المساحة ♦ الارتفاع

$$538.67\ m^3 = 6 \ast 89.78$$

الوحدة السادسة

الميزانية

(Leveling)

مقدمة:

تعرف الميزانية: بذلك العلم الذي نستطيع من خلاله إيجاد ارتفاعات وانخفاضات النقاط بالنسبة لمستوي مرجعي ثابت يسمى مستوى المقارنة(Datum) والذي غالبا ما يكون هذا المرجع هو متوسط سطح البحر(Mean Sea Level).

وكذلك إيجاد فرق الارتفاع بين النقاط بالنسبة لبعضها البعض، وتعتبر الميزانية من الأعمال الهامة في مختلف المشاريع المرتبطة بتضاريس سطح الأرض.

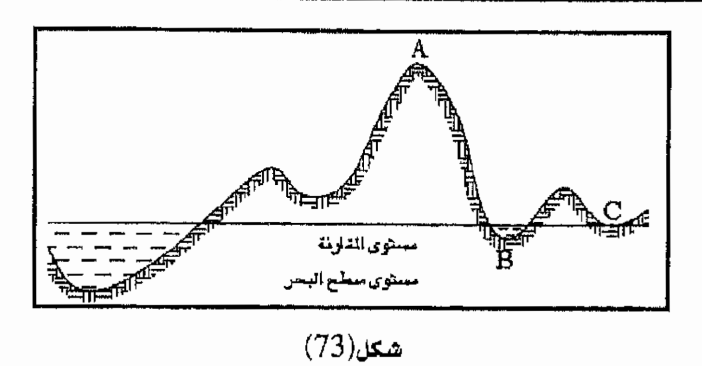
ويمكن تلخيص استخداماتها فيما يلي:

- تستخدم في أعمال الطرق والسكك الحديدية.
- تستخدم في أعمال وحساب الكميات من الخرائط.
- تستخدم في المشاريع الهندسية ومشاريع الري والسدود والمياه.

✓ مصطلحات أساسية:

❖ منسوب نقطة(R.L) "Reduced Level":

هو البعد الرأسي بين النقطة ومستوى المقارنة(Datum) أو منسوب سطح البحر، وللمستوى إشارتان سالبة عندما تكون النقطة تحت منسوب سطح المقارنة النقطة(B)، وموجبة إذا كانت فوق منسوب سطح المقارنة النقطة(A)، وصفر عند وقوع هذه النقطة على مستوى المقارنة النقطة(C)، كما هو موضح بالشكل(73).



شكل(73)

❖ نقطة المنسوب"B.M"(Bench Marks):

نقطة أو نقاط المنسوب هي عبارة عن نقاط مرجعية ثابتة تعتمدها دوائر المساحة حتى يتم تحديد منسوبها بدقة، على أساس منسوب المقارنة المأخوذ بالبلد وتستخدم لتحديد مناسيب نقاط أخرى في الأعمال المساحية التي تقع بالقرب منها دون الرجوع إلى منسوب سطح البحر، وتوضع هذه النقاط على سطح الأرض مع اختيار جزء منها لكي نتمكن من رؤيتها ووضع القامة عليها.

ويوضع على النقطة رأس حديدي بطول معين ومتصل بقاعدة معدنية، ويصب حول هذه القاعدة المعدنية خرسانة لضمان تثبيتها بالأرض.

❖ مستوى سطح المقارنة"Datum"):

هو عبارة عن سطح مستمر مرجعي تنسب إليه جميع المناسيب النقاط باعتباره منسوب مساوي للصفر وغالبا ما يكون منسوب سطح البحر(Mean Sea Level).

❖ فرق المنسوب بين نقطتين:

هو عبارة عن فرق الارتفاع بين هاتين النقطتين.

تعتبر الميزانية من أهم أعمال المساحة بالنسبة للمهندسين وهي أساس لجميع المشروعات الهندسية ولها عدة أنواع.

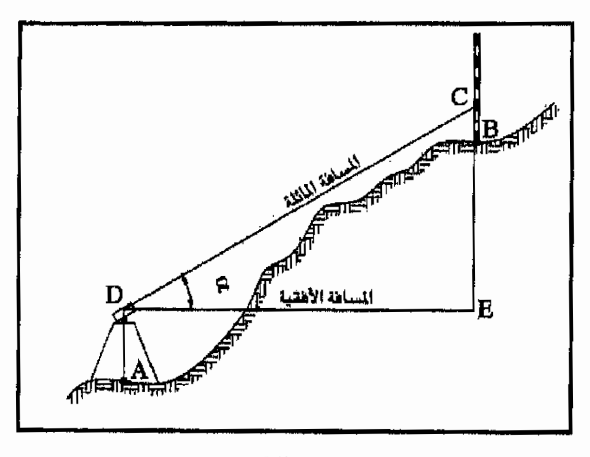
أنواع الميزانية:

- الميزانية المثلثية(Trigonometric Level).
- الميزانية الهندسية(Checker board Leveling).
- الميزانية البارومترية.

وفيما يلي شرح لهذه الأنواع:

1. الميزانية المثلثية:

تستخدم لقياس فرق الارتفاع بين نقطتين وذلك بطريقة غير مباشرة من خلال وإيجاد زاوية الميل بين هاتين النقطتين، وإيجاد المسافة الأفقية أو المسافة المائلة ثم حساب فرق الارتفاع كما هو موضح بالشكل(74).



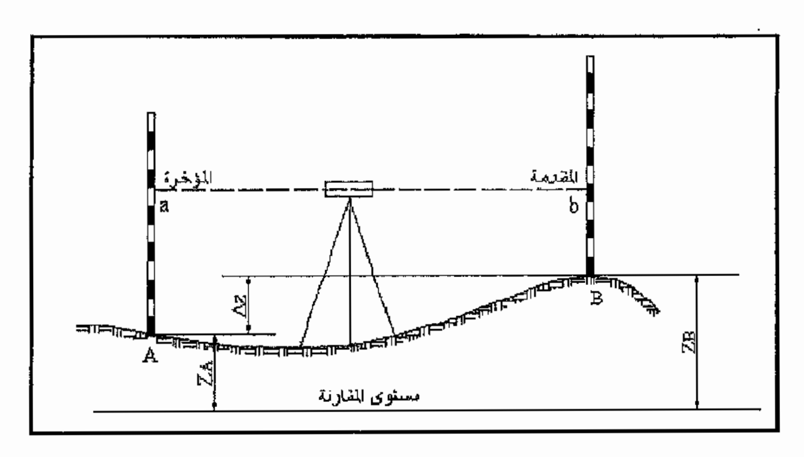
شكل(74)

2. الميزانية البارومترية:

تستخدم في الأعمال الاستكشافية حيث يكون فرق الارتفاع بين هاتين النقطتين كبير جداً ولمعرفة فرق الارتفاع بين النقطتين نقوم بقياس فرق الضغط الجوي بين هاتين النقطتين.

3. الميزانية الهندسية:

تستخدم لقياس فرق الارتفاع بين النقاط بطريقة مباشرة وذلك من خلال استخدام جهاز Level،حيث نقوم بإيجاد فرق الارتفاع بين النقطتين من خلال تكوين مستوى أفقي وهمي يقطع قامتين موضوعتين على النقطتين والفرق بين قراءتي النقطتين هو الفرق في الارتفاع بين هاتين النقطتين، الشكل(75).



الشكل(75)

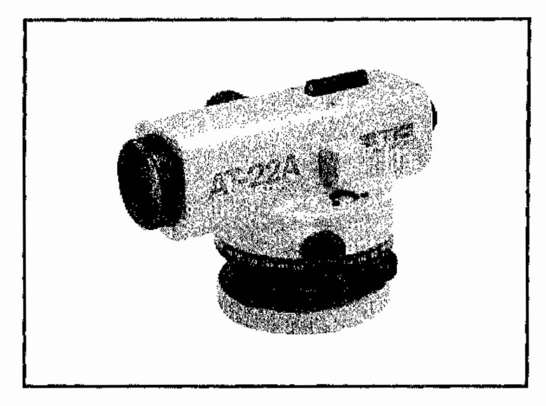
- الأدوات المستخدمة لإعمال التسوية:

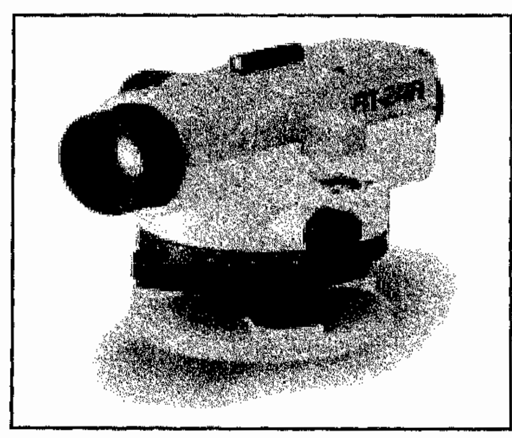
1. جهاز التسوية"الميزان"(Level).
2. القامة.

(1) جهاز التسوية"الميزان"(Level):

يستخدم جهاز Level لإيجاد مناسيب النقاط وذلك من خلال تعيين مستوى أفقي وهمي يوازي مستوى المقارنة.

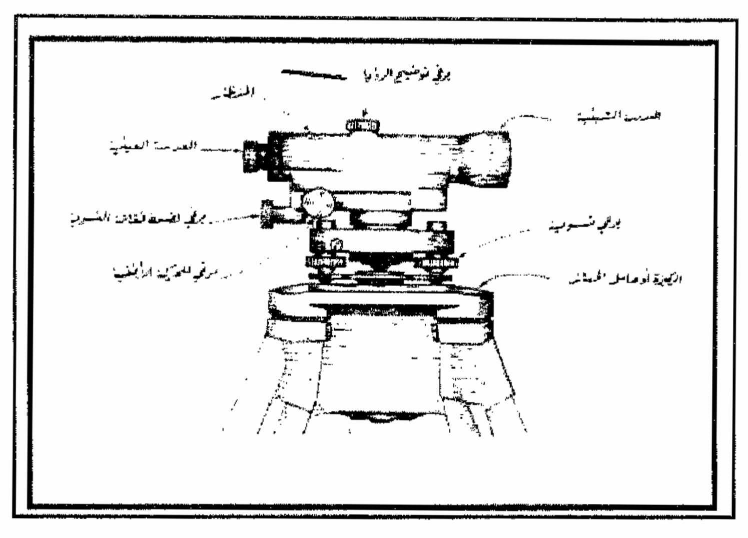
فإذا علم منسوب نقطة من هذه النقاط بالنسبة لمستوى المقارنة أمكن إيجاد وحساب مناسيب بقية النقاط ويتألف من عدة أجزاء، وله عدة أشكال؛ كما هو موضح بالشكل(76).





شكل(76)

ويتألف من عدة أجزاء كما هو موضح بالشكل(77):



شكل(77)

وفيما يلي شرح لأجزاء Level:

أ. التلسكوب أو المنظار"**Telescope**":

يستخدم المنظار لرؤية الأهداف البعيدة بشكل واضح وتقريبها من خلال تكوين خط نظر معلوم، وهو عبارة عن اسطوانة معدنية بداخلها العدسات وحامل الشعيرات، ويحتوي على الأجزاء التالية: -

1. عدسة شيئية"Objective":

هي عبارة عن عدسة مركبة تتكون من عدستين محدبة وأخرى مقعرة ملتصقتان مع بعضهما البعض والغرض من العدسة الشيئية هو الوصول إلى صورة حقيقية مصغرة للأهداف ولكن بشكل مقلوب ،

ويراعى في معظم الأجهزة المساحية تزويد هذه العدسة بغطاء واقي لحمايتها من العوامل الجوية وذلك بعد الانتهاء من العمل، كما ويتم وضع اسطوانة"Ray Shade"حول العدسة الشيئية من اجل حمايتها من أشعة الشمس عند استخدام الجهاز.

2. عدسة عينية"Eyepiece":

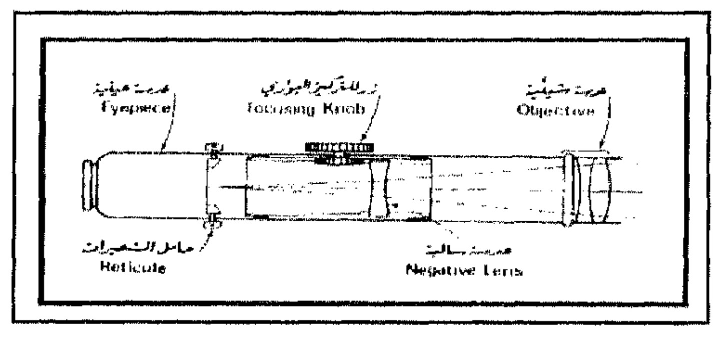
تستخدم العدسة العينية من اجل تكبير الصورة(الهدف) الذي تم الحصول عليه بواسطة العدسة الشيئية.

وأيضاً تستخدم لتكبير صورة الشعيرات وهي عبارة عن عدستين محدبتين.

3. عدسة مقعرة سالبة:

وهي تعتبر عدسة إضافية متحركة تثبت في وسط المنظار ويستفاد منها في توضيح صورة الهدف وتطبيقها على الشعيرات، وتتصل هذه العدسة بمسمار خاص.

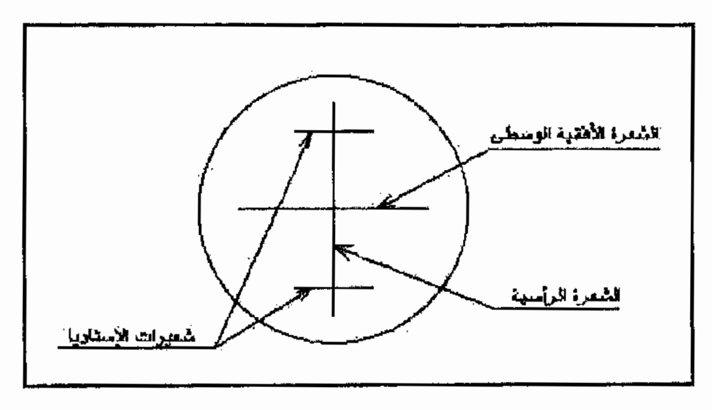
ويوضح الشكل(78) أجزاء المنظار:

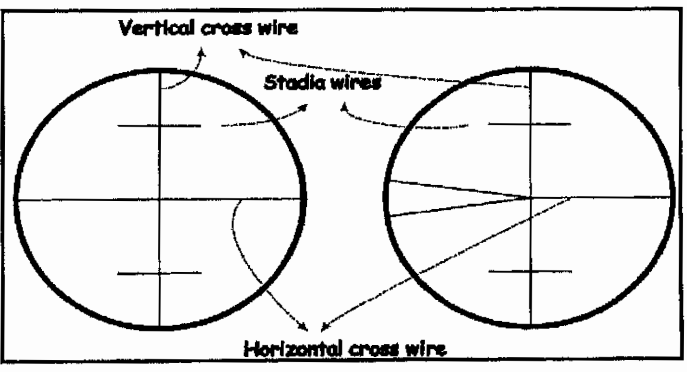


شكل(78)

4. حامل الشعيرات"Diaphragm":

هـو عبـارة عـن حلقـة معدنيـة مـن النحـاس مثبتـة بطريقـة خاصـة بـأنبوب المنظـار، ويكـون هـذا الحامـل بـالقرب مـن العدسـة العينيـة والشعـرات الأساسـية تكـون أفقية والأخـرى رأسية، بالإضافة إلى إمكانية وجود شعرتان أفقيتان اقصر من الشعـرة الأفقيـة الرئيسـية، وإحـداها تقـع فـوق الشـعرة الأفقيـة والأخـرى تقـع تحتهـا وعلـى مسـافات متسـاوية، وقـد تكـون هـذه الشـعرات مكونـة مـن خطـوط العنكبـوت أو تكـون محفورة على الزجاج الرقيق كما هو موضح بالشكل(79).



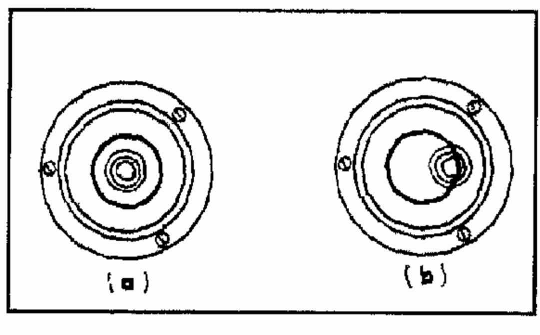


شكل(79)

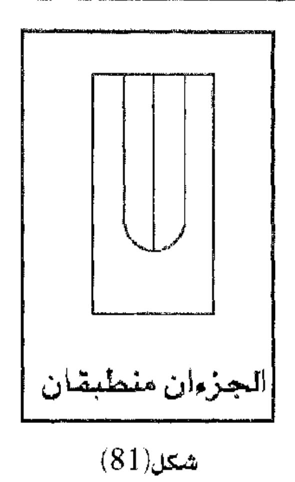
ب. ميزان التسوية"Spirit Level":

هو عبارة عن وعاء زجاجي مقفل يصنع بدقة، ويوجد أشكال متنوعة للميزان، إما ان يكون المقطع الطولي له من الداخل على هيئة قوس دائري، يملأ معظم أنبوب التسوية بسائل حساس كالكحول ولهذا السائل خاصية سرعة الحركة وقلة اللزوجة والجزء الباقي يملأ بالهواء فتتشكل فقاعة هوائية صغيرة عند السطح العلوي للإنبوب، ويستخدم هذا الميزان من اجل ضبط أفقية الجهاز من خلال جعل الفقاعة الهوائية في وسط الأنبوب، كما هو موضح بالشكل(80).

ومنه ما يكون على شكل مستطيل"أنبوبي"حيث تحفر عل جانبي منتصفه خطوط على أبعاد متساوية للتمكن من معرفة الفقاعة بالنسبة للأنبوب وضبطها في منتصف مجراها،حيث تنقسم الفقاعة هنا إلى قسمين متشابهين، وعند ضبط الأفقية تصبح الفقاعة على شكل حرف"U"، ونجد أن ميزان التسوية الدائري يستخدم للضبط التقريبي بينما ميزان التسوية الطولي يستخدم للضبط الدقيق، كما هو وموضح بالشكل(81):



شكل(80)

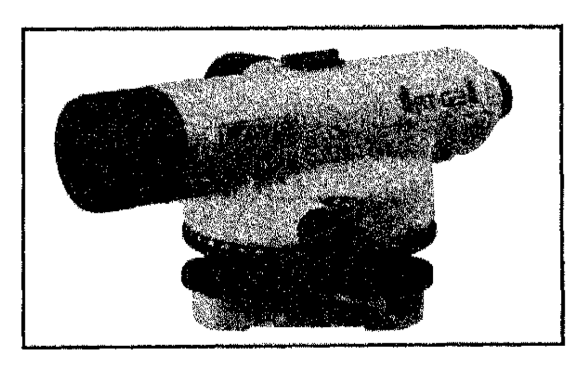


شكل(81)

ج. مسامير التسوية"**Leveling Screws " Foot Screws**":

يوجد في الجهاز ثلاثة مسامير تتوضع في الجزء السفلي من الجهاز ويمكن تحريكها.

الهدف منها هو تحريك الجهاز بشكل أفقي وراسي لضبط الجهاز في الوضع الأفقي من خلال جعل فقاعة الهواء في الوسط والشكل(82) يوضح جهاز Level والمسامير المتوضعة بالأسفل.



شكل(82)

د. حامل الميزان"Tripod":

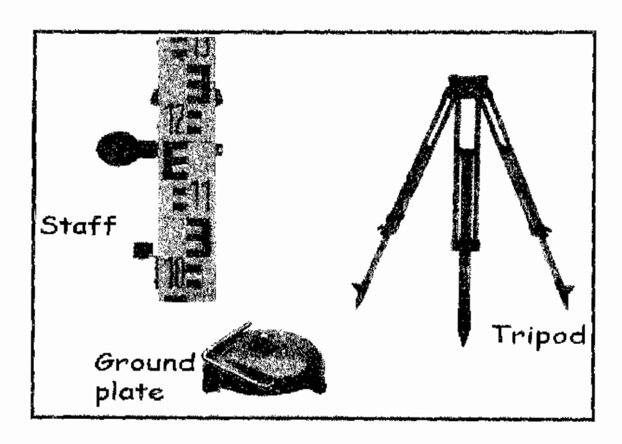
يسم بالركيزة، ويتكون من ثلاثة أرجل مصنوعة من الألمنيوم أو الخشب، ويمكن رفع هذه الأرجل أو خفضها حسب الطول المطلوب ويتم من خلاله ايضا ضبط أفقية الميزان بشكل تقريبي، موضح بالشكل(83).

ه. القامة"مسطرة التسوية"Staff OR "Stadia Rod":

هي عبارة عن مسطرة مصنوعة من الخشب أو من المعدن أحد وجهيها يكون مدرج بأمتار أو ديسمترات أو سنتيمترات، موضحة بالشكل(83)، وغالبا يكون طولها بحدود 4 أمتار حيث:

تكتب السنتيمترات باللونين الأبيض والأسود بالتبادل، والأرقام الدالة على الأمتار تكتب باللون الأحمر والأرقام الدالة على الديسمترات تكتب باللون الأسود ،

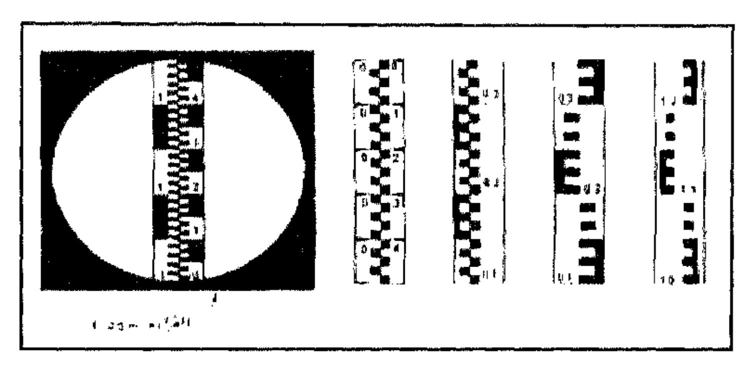
ولابد من وضع القامة بشكل راسي على نقطة معينة، ويتم ترقيم القامة من الأسفل إلى الأعلى وعند اخذ القراءات على القامة فهذا يعني بعد النقطة عن سطح الأرض، وللقامة أشكال متنوعة.



شكل(83)

- طريقة اخذ القراءات على القامة:

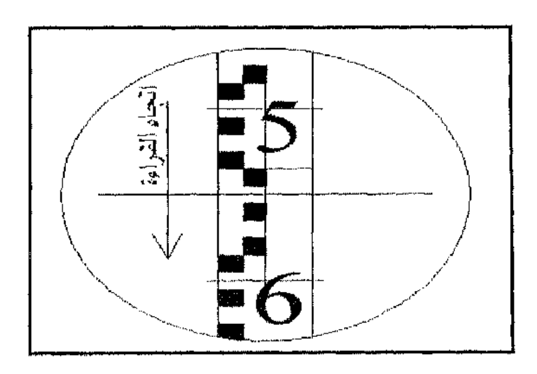
تؤخذ القراءات على القامة الرأسية فوق نقاط سطح الأرض وذلك عند الشعرة الوسطى الأفقية لحامل الشعيرات داخل منظار الجهاز كما في الشكل(84).

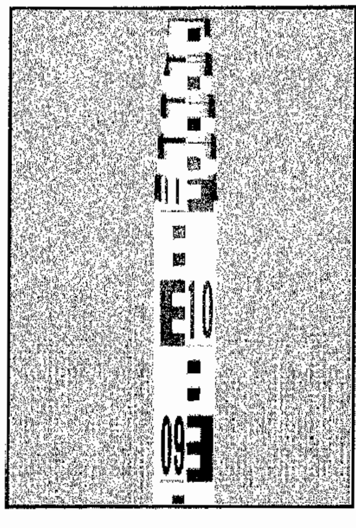


شكل(84)

حيث يؤخذ الديسمتر الأقرب للشعرة الأفقية الأساسية الوسطى ثم ملاحظة عدد السنتمترات بدءا من رقم الديسمتر المقروء وحتى الشعرة الوسطى ،

حيث يتم اخذ القراءة بالأمتار والديسمترات والسنتمترات، وأما المليمترات فتوجد بالتقدير،حيث نجد من القامة ذات 4 أمتار أنها تقسم إلى أقسام رئيسية طول كل منها يساوي متر واحد، موضح بالشكل(85):





شكل(85)

ومن الشكل(85) نجد أن:

السنتمترات: هي عبارة عن مستطيلات صغيرة ملونة بالأبيض والأسود بالتبادل.

الديسمترات: هي عبارة عن أرقام تبدأ بالصفر وحتى رقم 9 وموجودة في مجال مسافة 10 سم ومحددة بخطين.

الأمتار: نقاط مرسومة فوق كل منها رقم ديسمتري حيث تعبر :

النقطة الواحدة عن متر واحد.

النقطتان: تعبر عن متران.

الثلاث نقاط: تعبر عن ثلاثة أمتار.....وهكذا.

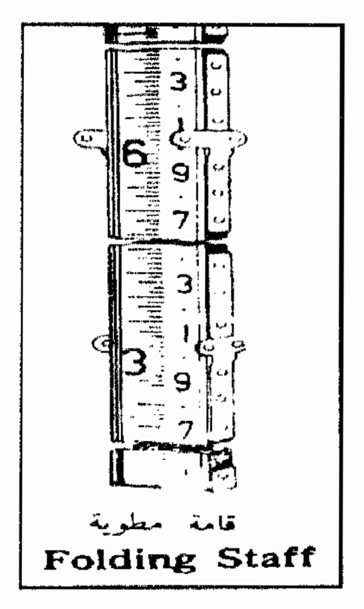
ملاحظة:

عندما تظهر القامة من خلال المنظار مقلوبة، فهذا يعني أن المساطر قد صنعت بحيث تكون أرقامها مقلوبة الكتابة.

✓ **أنواع القامات:**

1. **القامة الفرنسية" Folding Staff":**

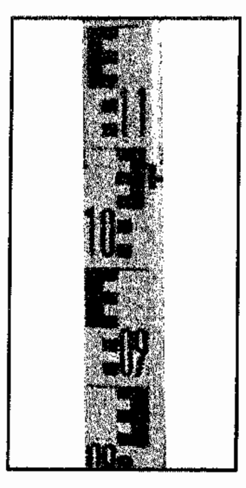
تسمى بالقامة ذات المفصل وهي عبارة عن مجموعة قطع تطوى على بعضها البعض وتربط هذه القطع بمفاصل على استقامة بعضها، الشكل(86)، وطول القطعة الواحدة(1- 2) م، ويمكن طي هذه القطع بعد الانتهاء من العمل.



شكل(86)

2. القامة ذات القطعة الواحدة "Simple Staff":

يتراوح طول هذه القامة بين (1- 3) م، ولا يفضل أن تكون أطول من ذلك لسهولة حملها ونقلها إلى موقع العمل، وهي عبارة عن قطعة واحدة، شكل (87).

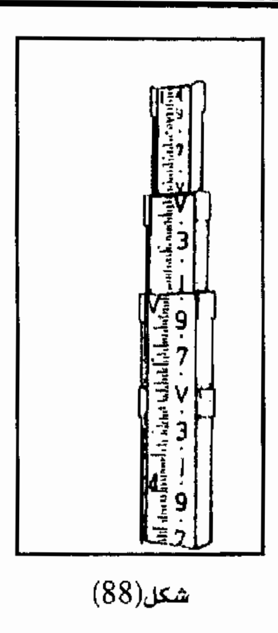


شكل (87)

3. القامة المنزلقة التلسكوبية "Telescopic Staff":

تتكون من ثلاثة أجزاء تنزلق داخل بعضها البعض حيث يكون اثنان منها مجوفة والثالثة وهي العليا مصمتة ؛

وطولها حوالي 4.25 m، ولابد من فرد القامة بشكل جيد قبل الاستخدام، والشكل (88) يوضح هذا النوع من القامة.



شكل(88)

❖ أنواع الموازين:

يوجد عدة أنواع للموازين تختلف حسب طريقة تثبيت المنظار في المحور الرأسي وهذه الموازين هي:

أ. ميزان دمبي"Dumpy Level":

يعتبر هذا الميزان من الموازين القديمة الصنع ويحتوي على أربع براغي وعلى عدسة للمجهر معكوسة، ويكون هذا المنظار ثابت بحيث لا نستطيع سحب أو رفع المنظار عن بقية أجزائه.

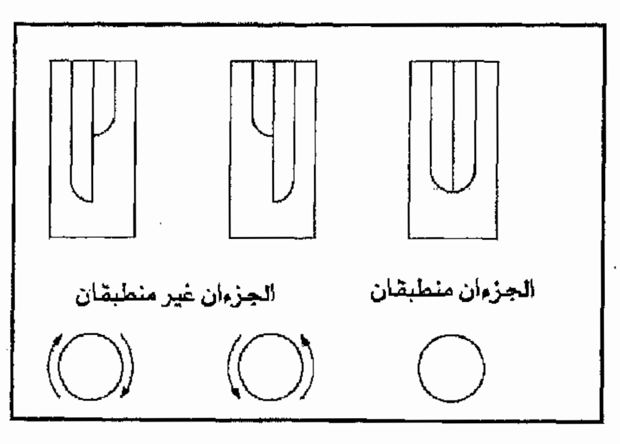
ب. ميزان كوك "Cooke's Level":

أيضا يعتبر من الموازين القديمة ويختلف عن ميزان دمبي بإمكانية سحب المنظار من مركزه وعكس اتجاهه.

ج. الموازين ذات الإمالة"Titling Level":

تميل هذه الموازين حول المحور الأفقي ويتصل المنظار بالمحور الرأسي بواسطة قاعدة لها محور صغير يدور حوله المنظار بواسطة مسمار خاص لجعل خط النظر أفقي عند اخذ أية قرأه من قراءات القامة ، ويحتوي على ميزاني تسوية وهما:

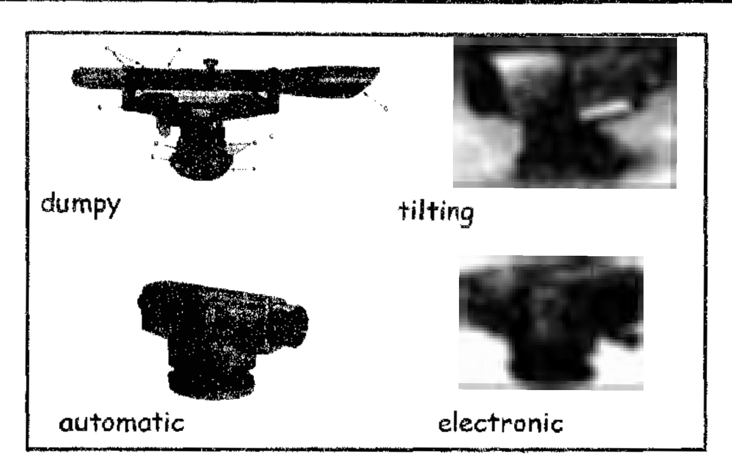
1. دائري: مثبت في قاعدة الميزان لإجراء الضبط الأفقي التقريبي.
2. طولي: وهو الرئيسي حيث يتم وضعه داخل اسطوانة المنظار ويضبطه عند كل قراءة على القامة بواسطة مسمار خاص حيث تظهر طرفي الفقاعة على هيئة نصف دائرة متكاملة عندما تحدث الأفقية، وتظهر الفقاعة منقسمة إلى نصفين عند عدم ضبط أفقية الجهاز، شكل(89).



شكل(89)

د. الموازين الإتوماتيكية"Automatic Level":

تحتوي هذه الموازين على ميزان تسوية دائري لضبط الجهاز بالتقريب ويتم جعل خط النظر أفقي من خلال توجيهه من خلال(Compensator)، والشكل(90) يوضح أنواع الموازين.



شكل(90)

عملية ضبط الميزان:

تقسم عملية ضبط إلى قسمين:

1. عملية الضبط المؤقت.
2. عملية الضبط الدائم.

أولا: عملية الضبط المؤقت:

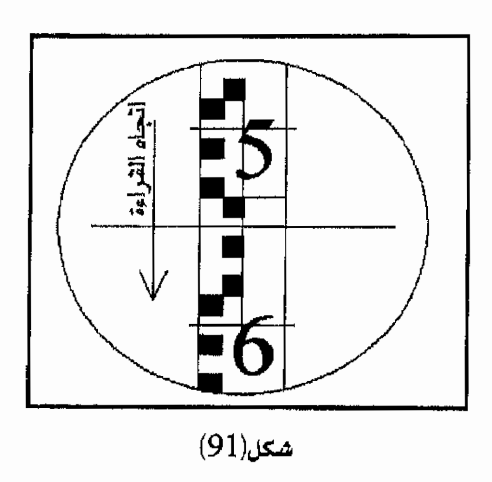
تتم من خلال إجراء عمليتان:

(1) التطبيق"Focusing":

يسمى أيضاً بإزالة البارالاكس، ويقصد به جعل الشعرات منطبقة على القامة"داخل الميزان، وذلك من خلال إجراء هذه العمليات:

- جعل حامل الشعرات بأوضح صورة له من خلال تحريك العدسة العينية للأمام والخلف من خلال تحريك مسمار التوضيح.

- جعل صورة القامة تنطبق على مستوى حامل الشعرات، وذلك من خلال توجيه المنظار إلى القامة ثم تحريك مسمار العدسة الشيئية حتى تتم عملية الانطباق(أي رؤية حامل الشعرات منطبق تماما على القامة)، شكل(91)، مع ملاحظة وجوب عدم تغير وضع الشعرات بالنسبة للقامة و يجب أن يبقى ثابتا لايتغير مهما حرك الراصد عينه في مختلف الاتجاهات، وهنا يصبح خط النظر افقي، أما في حال عدم ثبات وضع حامل الشعرات بالنسبة للقامة فهذا ما يسمى بخطأ الوضع أو البرالاكس..



شكل(91)

تعاريف:

- خط النظر:

هو عبارة عن الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعرات والمركز البصري للعدسة الشيئية.

- خطأ الوضع أو البرالاكس" Parallax ":

هو الخطأ الناشئ عن عدم ثبات خط النظر.

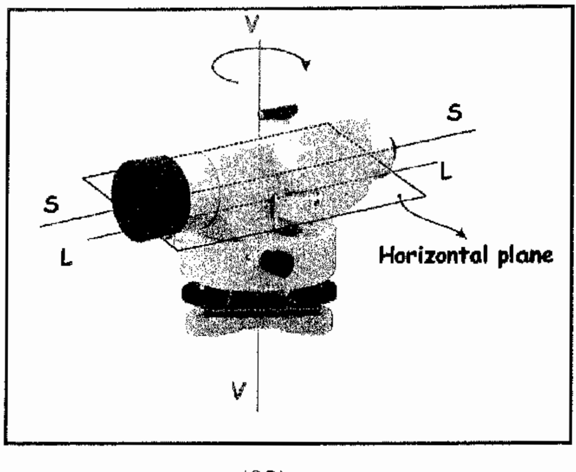
- ضبط الأفقية:

هي عملية إعداد الجهاز للرصد عند القيام بنقل الجهاز من نقطة إلى أخرى، ويتم ذلك بجعل الفقاعة في وسط ميزان التسوية وذلك من خلال:

- نجري عملية الضبط التقريبي للجهاز باستخدام أرجل حامل الميزان، حيث نقوم بفرد هذه الأرجل الثلاثة وبإرتفاع مناسب ويتم غرسها بالأرض بشكل جيد مع ترك مسافات متساوية بين الأرجل، وتكون قاعدة الحامل في وضع أفقي تقريباً.
- يتم تركيب جهاز الميزان فوق الحامل ويربط به بواسطة المسمار المتوضع أسفل قاعدة الحامل.
- يتم ضبط فقاعة ميزان التسوية الدائري بشكل مبدئي بواسطة ارجل حامل الميزان ، حتى تصبح الفقاعة في حدود مجال حركة هذه المسامير.
- نجعل ميزان التسوية الطولي(X-X) موازي لمسماري التسوية(A,B) ثم تحريك هذين المسمارين للداخل والخراج حتى تصبح الفقاعة في المنتصف.
- نحرك المنظار $90°$ حول المحور الرأسي، أي جعل المحور الطولي للميزان(Y-Y) عامودي على الخط الواصل بين مسماري التسوية(A,B)، وتصبح الفقاعة قرب المنتصف.
- نكرر الخطوات السابقة حتى نتأكد من أن الفقاعة تبقى في المنتصف مهما تغيراتجاه المنظار.

ثانيا: الضبط الدائم:

يتم الضبط الدائم في المصنع او من خلال مساح مدرب على ذلك، حيث يقصد به ضبط خط النظر ومحور ميزان التسوية الطولي والمحور الرأسي لدوران الميزان، وبالتالي يتم جعل خط النظر يرسم مستوي أفقي عند تحريك الميزان حول محوره الراسي، شكل(92).



شكل(92)

- أغراض الميزانية:

يوجد للميزانية أغراض مختلفة منها:

- تثبيت مناسيب نقطة معينة عند تنفيذ المشاريع بحيث تكون متفقة مع المناسيب التصميمية المطلوب إنشاء المشاريع على أساسها.
- تساعد على معرفة تضاريس الأرض.
- تساعد على تشكيل القطاعات الطولية والقطاعات العرضية.
- معرفة منسوب نقطة بدلالة منسوب نقطة أخرى وهو ما يسمى "بسلسلة الميزانية".
- الاصطلاحات المستعملة في الميزانية:

1. المؤخرة(Back sight):

يرمز لها بالرمز "B.S" وهي أول قراءة تؤخذ من أي وضع من أوضاع الميزان، وهي تعتبر في المؤخرة بالنسبة لإتجاه سير الميزانية.

2. المقدمة"sight Fore":

يرمز لها بالرمز(F.S) وهي أخر قراءة تؤخذ من اي وضع من أوضاع الميزان وتعتبر المقدمة بالنسبة لإتجاه السير.

3. المتوسطة"Intermediate Sight":

يرمز لها بالرمز(I.S) وهي أي قراءة بين قراءتي المؤخرة والمقدمة من أي وضع من أوضاع الميزان.

4. نقطة الدوران"Turning Point":

يرمز لها بالرمز"T.P "وهي النقطة التي تؤخذ عليها مقدمة ومؤخرة وتدون هاتان القراءتان على سطر واحد في جدول الميزانية باعتبار أنها أخذت لنقطة واحدة.

<u>والسبب في اخذ قراءتين على نقطة واحدة هو:</u>

نحتاج في بعض الأحيان إلى تغيير أو نقل الميزان من نقطة إلى أخرى، لذلك يجب في البداية قبل إجراء عملية النقل ان نأخذ قراءة مقدمة على هذه القامة، ثم نقوم بنقل الميزان ونوجهه إلى القامة التي أخذت عليها قراءة المقدمة ونقوم بأخذ قراءة أخرى فتكون هي المؤخرة على نفس النقطة التي وضعت عليها القامة ولكن في الوضع الجديد للميزان.

5. إرتفاع الجهاز:

يعبر عنه بمنسوب سطح الميزان، وهو عبارة عن ارتفاع مستوى خط النظر عن سطح المقارنة.

استعمال الميزان:

يستخدم جهاز الميزان لإيجاد منسوب نقطة أو مجموعة من النقاط كما يلي:

إيجاد فرق المنسوب بين نقطتين A,B:

النقطة A هي نقطة معلومة المنسوب و لإيجاد منسوب النقطة B المجهول نتبع مايلي:

- نضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين A,B.
- نجعل الميزان أفقي من خلال ضبط أفقيته كما تم شرحه سابقا.
- نضع القامة فوق النقطة A ونديرالمنظار باتجاه القامة ونأخذ قراءة تكون مؤخرة B.S.
- ننقل القامة ونضعها فوق النقطة B ونأخذ قراءة فتكون مقدمة F.S.

الفرق في الارتفاع بين النقطتين A.B هو الفرق بين المقدمة والمؤخرة:

$\Delta Z=b-a$

$\Delta Z= F.S - B.S$

<u>فرق الارتفاع = قراءة المؤخرة – قراءة المقدمة.</u>

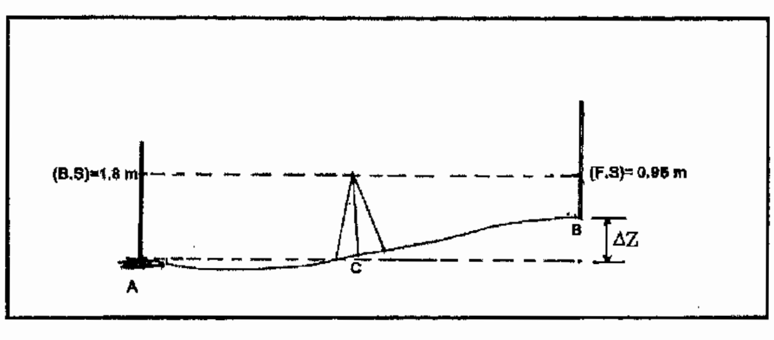
ونجد ان هذا الفرق قد يكون سالب أو موجب أو يساوي الصفر.

- نجد منسوب النقطة b من خلال:

<u>منسوب النقطة B = منسوب النقطة A ± الفرق في الارتفاع "ΔZ".</u>

مثال:

ليكن منسوب النقطة A معلوم = 90m ، الشكل(93)، وكانت القراءة على النقطة a المؤخرة = 1,80 m وكانت القراءة على B المقدمة = 0.95 m:



شكل(93)

الحل:

يكون الفرق في الارتفاع:

$\Delta z= 0.95-1.8 = - 0.85m$

ويدل ذلك على ارتفاع الأرض عند النقطة B.

وبالتالي يكون منسوب B = منسوب $A \pm \Delta Z$

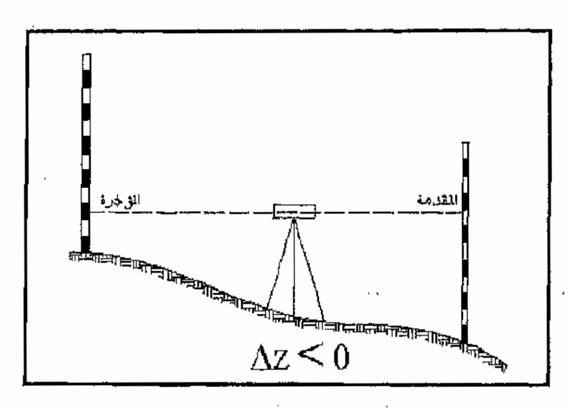
منسوب B = 90,85 m=0.85+90

والشكل(94)(95) ، يوضح قيمة الفرق عندما يكون موجب أو سالب أو يساوي الصفر.

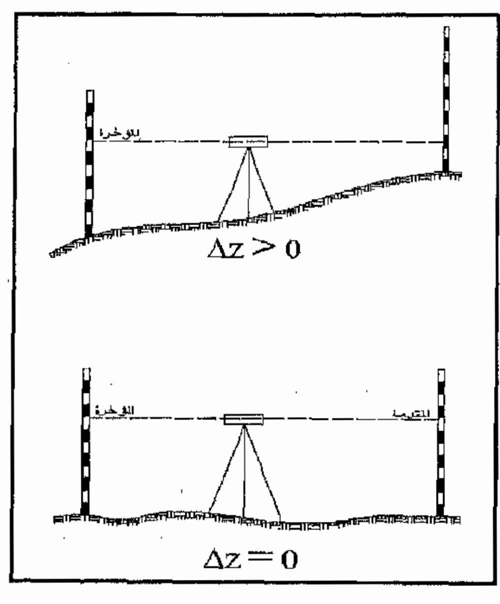
$\Delta Z > 0$ موجب هذا يعني وجود انخفاض في الأرض.

$\Delta Z < 0$ سالب يدل على وجود ارتفاع.

$\Delta Z = 0$ يدل على أن الأرض شبه مستوية.



شكل(94)



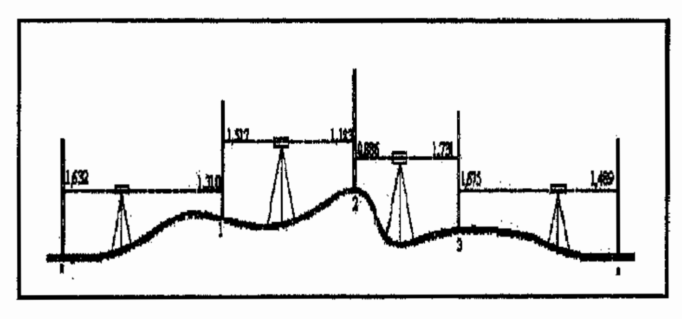
شكل(95)

✓ الميزانية الفرقية" أو سلسلة الميزانية"(Leveling Procedure):

عندما يوجد لدينا عدد كبير من النقاط والمطلوب إيجاد فرق الارتفاع بينهم أو إيجاد مناسيب هذه النقاط مع وجود نقطة المنسوب معلومة(B.M)، نستخدم بالتالي بما يسمى سلسلة الميزانية.

مثال:

الشكل(96) يوضح مجموعة من النقاط تم إيجاد القراءات عليها من خلال ما يلي:



شكل(96)

- تضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين R,1 ثم نضع القامة على النقطة"B.M" أو R معلومة المنسوب، ثم ناخذ قراءة على هذه القامة فتكون مؤخرة.
- نحرك القامة ونضعها فوق النقطة1 ونأخذ قراءة تعتبر مقدمة.
- نجعل القامة موجودة فوق النقطة1 وننقل الميزان ونضعه في منتصف المسافة بين(1,2) ونأخذ قراءة على القامة الموجودة فوق النقطة 1 وتكون هي أول قراءة تؤخذ في الوضع الجديد للميزان وتسمى بالمؤخرة وبالتالي تسمى النقطة(1) بنقطة الدوران.
- ننقل القامة ونضعها فوق النقطة 2 ثم نحرك منظار الميزان بأتجاه هذه القامة ونأخذ قراءة أخرى فنحصل على مقدمة.

- ننقل الميزان إلى منتصف المسافة بين(2,3) ونبقي القامة في النقطة 2 ونأخذ قراءة فتكون مؤخرة، والنقطة 2 هي أيضا نقطة دوران.
- ننقل القامة فوق النقطة 3 ونأخذ قراءة فتكون مقدمة.
- ننقل الجهاز ونضعه في منتصف المسافة بين(R،3) ونأخذ قراءة على نفس القامة الموجودة فوق النقطة 3 وتكون قراءة مؤخرة وتسمى النقطة 3 بنقطة الدوران.
- ننقل القامة فوق النقطة R ونأخذ قراءة على هذه القامة فنحصل على مقدمة.
- طريقة تدوين أرصاد الميزانية:

يوجد طريقتان لتدوين أرصاد الميزانية(في دفترالميزانية) وإيجاد مناسيب النقط المختلفة وهاتان الطريقتان هما:

1. طريقة الارتفاع والانخفاض "Rise and Fall method(R&F)".
2. منسوب سطح الميزان

Height of Instrument or Hight of collimation Method (H. I)

وفيما يلي شرح لكل منهما:

أولاً: طريقة الإرتفاع والانخفاض(R&F):

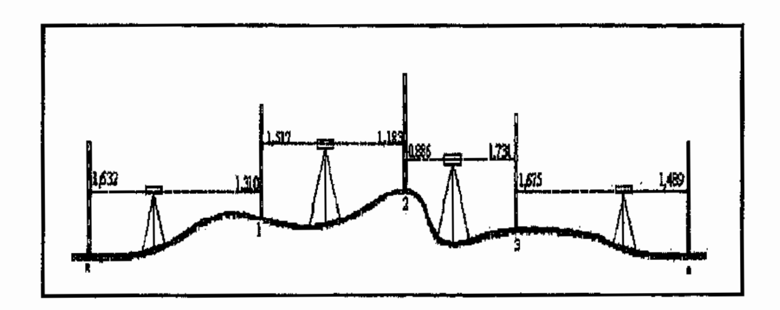
تعتمد هذه الطريقة على إيجاد مناسيب النقاط على مقارنة القراءات المأخوذة على القامة المثبتة بشكل رأسي فوق هذه النقاط من موقع واحد للجهاز.

ونجد انه كلما صغرت القراءة على القامة بالنسبة لبقية القراءات كلما دل على ارتفاع هذه النقطة بالنسبة لبقية النقاط.

وبالتالي يكون منسوب هذه النقطة يساوي منسوب النقطة السابقة مضافا إليه فرق القراءتين.

مثال:

يوضح الجدول التالي سلسلة الميزانية بين النقطة Rوالنقطة 4 الموضحة بالشكل السابق مع مراعاة ان منسوب النقطة R هو 50 م:



الحل:

B.S	*I.S*	*F.S*	*R*	*F*	*R.L(m)*	*Distance(m)*	*Remarks*
1.632					50	0	R
1.517		1.310	0.322		50.322	20	1
0.886		1.183	0.334		50.656	40	2
1.675		1.731		0.845	49.811	60	3
		1.489	0.186		50	80	4

- يتم في البداية ملىء الجدول بالقراءات المأخوذة على القامة من الشكل السابق مع ملاحظة ان كل من 1و2 و 3 هم نقاط دوران، وبالتالي يتم كتابة المقدمة والمؤخرة لكل منهم على سطر واحد.
- نبدأ بحساب فرق القراءات بين النقاط ونجدR&F حيث R: ترمز الى وجود ارتفاع وf: تدل على وجود انخفاض.

- لمعرفة الارتفاع أو الانخفاض: اذا كانت قراءة النقطة اقل من قراءة النقطة التي تسبقها يدل ذلك على وجود ارتفاع لهذه النقطة ويسجل في عمود R، إما اذا كانت قراءة النقطة اكبر من قراءة النقطة التي تسبقها فيدل ذلك على وجود انخفاض F لهذه النقطة ويسجل ذلك في عمود F.
- نبدأ بحساب مناسيب بقية النقاط وصولا لمنسوب أخر نقطة من خلال ما يلي:

منسوب أي نقطة = منسوب النقطة المعلوم + الارتفاع"R "

أو = منسوب النقطة المعلوم – الانخفاض"F ".

- بعد الإنتهاء من إيجاد مناسيب جميع النقاط يتم تحقيق المناسيب حسابياً من خلال مايلي:

1. منسوب اخر نقطة – منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات.
2. عدد المؤخرات = عدد المقدمات

وبالتحقيق نجد أن:

1. مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = 5.71- 5.71 = 0

منسوب أخر نقطة – منسوب أول نقطة = 50- 50=0

مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات = 0.842- 0.842 = 0 Checks

2. عدد المؤخرات = عدد المقدمات.

4=4

ثانياً: طريقة منسوب سطح الميزان(H.I):

يتم في هذه الطريقة حساب منسوب سطح الميزان وهو يساوي منسوب الروبير(أو منسوب النقطة الثابتة "B.M") مضافا اليه مقدار القراءة الخلفية أو المؤخرة ، أي:

$$(H.I) = B.M + B.S$$

وبالتالي فان منسوب أي نقطة = منسوب سطح الميزان "H.I" – قراءة(المقدمة أو المتوسطة).

والجدول التالي يوضح كيفية إيجاد مناسيب النقاط بمعلومية سطح الميزان، من خلال الشكل(96):

B.S	*I.S*	*F.S*	*H.I*	*R.L(m)*	*Distance(m)*	*Remarks*
1.632			51.632	50	0	R
1.517		1.310	51.839	50.322	20	1
0.886		1.183	51.542	50.656	40	2
1.675		1.731	51.486	49.811	60	3
		1.489		50	80	4

الحل:

في البداية يتم إدخال القراءات كما في المثال السابق.

- نجد منسوب سطح الميزان H.I مع ملاحظة انه يتوجب حسابه ليس فقط مرة واحدة بل عند وجود كل قراءة مؤخرة.
- منسوب سطح الميزان ويساوي H.I=R.L(R) + B.S، وبالتالي منسوب سطح الميزان الأول الذي تم حسابه = 51.632=1.632+50

- يتم حساب بقية مناسيب النقاط = منسوب H.I مطروح منه قراءات المقدمات أو المتوسطات.
- يجب ملاحظة انه تم تعديل منسوب سطح الميزان وتغير قيمته عند وجود قراءة مؤخرة جديدة.
- يتم التحقق من العمل حسابيا من خلال:

1. عدد المؤخرات = عدد المقدمات.
2. تحقيق المتوسطات:

مجموع المناسيب عدا المنسوب الأول =)منسوب سطح الميزان لكل وضع من أوضاع الميزان x عدد المقدمات والمتوسطات التي أخذت في هذا الوضع) — مجموع المتوسطات — مجموع المقدمات

3. مجموع المؤخرات — مجموع المقدمات = منسوب أخر نقطة — منسوب أول نقطة.

ومن خلال التحقيق نجد انه:

1. 4=4
2. - (1◆51.486+1◆51.542+1◆51.839+1◆51.632)= 200.789
   5.71 -0

5.71 -(206.499)=200.789

200.789 =200.789

3. 5.71 -5.71 - = 50 - 0= 50Checks

➢ ملاحظات متعلقة حول أعمال التسوية:

يوجد بعض الملاحظات التي ينبغي للمساح أن يهتم بها ويراعيها وهي:

1. يجب جعل القامة بشكل راسي تماماً للتمكن من اخذ القراءة عليها بشكل صحيح.
2. التأكد من كتابة القراءة بشكل صحيح في جدول الميزانية.
3. عند وجود نقطة دوران يتم اختيارها على الأرض في المنطقة الصلبة والتأكد من عدم هبوط القامة.
4. في حال التسوية يفضل عدم زيادة المسافة بين الجهاز والقامة أكثر من مسافة مائة متر.
5. يفضل وضع الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين.

إيجاد منسوب نقطة في سقف مبنى أو سقف منجم:

عند إيجاد منسوب النقطة الواقعة على سقف(مبنى أو منجم) فانه يتم وضع القامة بحيث يكون صفر تدريجها على النقطة المطلوب تعيين منسوبها أي ان تكون مقلوبة للوضع الافتراضي.

مثال:

أخذت القراءات التالية على قامة رأسية وضعت على مسافات تبعد كل منها عن الأخرى مسافة 20 م، لعمل الميزانية بأحد المناجم حيث اعتبر أن القراءات المدونة داخل الأقواس هي مؤخرات والمطلوب إيجاد المناسيب مع تحقيق العمل حسابيا ومنسوب النقطة الأولى هو(10.20 m).

0.60),-0.5, - 0.71, -0.89, -1.31, (- 0.58), - 0.68, (0.99)

B.S	I.S	F.S	H.I	R.L(m)	Distance(m)	Remarks
0.60			10.8	10.20	0	B.M
	-0.5			11.3	20	A
	-0.71			11.51	40	B
	-0.89			11.69	60	C
0.58-		1.31-	11.53	12.11	80	D
	-0.68			12.21	100	E
		0.99		10.54	120	F

ولتحقيق العمل حسابياً نجد انه:

1. مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

0.34= 034

2. عدد المؤخرات = عدد المقدمات = 2=2

3. (2.78 -)–(0.32 -)–(2*11.53+4*10.8)=69.27

2.78+0.32+(66.26)=69.36

Checks 69.36 =69.36

إيجاد مناسيب النقاط بمعلومية منسوب أخر نقطة:

لإيجاد مناسيب النقاط بمعلومية منسوب آخر نقطة نجد في البداية منسوب أول نقطة من خلال تطبيق القانون التالي:

منسوب أخر نقطة - منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات.

حيث نجد من هذه المعادلة منسوب أول نقطة ثم بالتتابع في جدول الميزانية يتم حساب وإيجاد مناسيب بقية النقاط بالطرق العادية.

مثال:

يوضح الجدول التالي مجموعة من القراءات التي أخذت في عدة أوضاع للميزان حيث كان منسوب النقطة المعلوم هي النقطة الأخيرة F ومنسوبها R.L(E) = 55.20 m والمطلوب إيجاد مناسيب بقية النقاط اعتماداً على منسوب النقطة الأخيرة.

B.S	*I.S*	*F.S*	*R*	*F*	*R.L(m)*	*Distance(m)*	*Remarks*
3.20					55.6	0	B.M
	3		0.2		55.8	30	A
	3.9			0.9	54.9	60	B
2.80		1.70	2.2		57.1	90	C
2		2.85		0.05	57.05	120	D
		3.85		1.85	55.20	150	E

الحل:

1. بتطبيق العلاقة:

منسوب آخر نقطة - منسوب اول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات.

55.20-X=8-8.4

X=55.6 حيث تعبر X عن منسوب أول نقطة.

2. يتم إيجاد مناسيب النقاط تبعا لمنسوب النقطة الأولى الذي تم حسابه.

يتم تحقيق العمل حسابيا:

1. مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات.

2.8 -2.4 = 55.6 -55.20 =8.4 -8

0.4 = 0.4= 0.4

2. عدد المؤخرات = عدد المقدمات.

3=3

إيجاد مناسيب النقاط إذا كانت النقطة المعلومة المنسوب غير النقطة الأولى والأخيرة:

نجد منسوب سطح الميزان عند هذه النقطة بجمع قراءتها مع منسوب هذه النقطة ثم نتابع بإيجاد بقية المناسيب وصولاً لمنسوب أخر نقطة ثم نجد منسوب أول نقطة من خلال تطبيق القانون:

منسوب أخر نقطة - منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات.

مثال:

أخذت القراءات الموضحة بالجدول عند إجراء سلسلة ميزانية مع العلم أن منسوب النقطة المعلوم هو النقطة C وهو: R.L(C)= 60.53 m

B.S	I.S	F.S	H.I	R.L(m)	Distance(m)	Remarks
3			62.53	59.53	0	A
	4			58.53	15	B
1.5		2	62.03	60.53	30	C
	3			59.03	45	D
4.8		3.27	63.56	58.76	60	E
		5.10		58.46	75	F

الحل:

- يتم إيجاد مناسيب النقاط التي تلي النقطة C وصولا إلى النقطة الأخيرة F.
- ثم يتم حساب منسوب النقطة الأولى من العلاقة التالية:

منسوب أخر نقطة – منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات.

X - 58.46 = 9.3 - 10.37

فنجد أن منسوب النقطة الأولى = 59.53

ويتم تحقيق المناسيب من خلال:

1 . منسوب أخر نقطة – منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

10.37 - 9.3 = 59.53 -58.46

1.07= 1.07

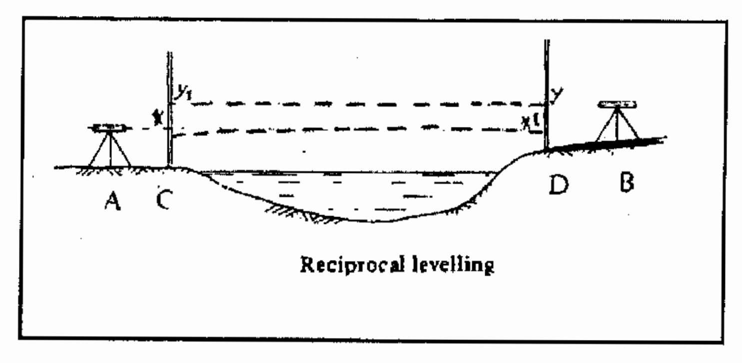
2. 10.37 – 7 – (1 * 63.56+ 2 * 62.03 + 62.53 * 2)= 295.31

Checks 259.31 = 295.31

- الميزانية المتبادلة أو الميزانية العكسية"Reciprocal Leveling":

يتم استخدام الميزانية التبادلية في حال وجود عقبة تعيق وضع الميزان في منتصف المساحة"كوجود نهر مثلا"، ويفضل أن تكون المسافة بين جهاز الميزان والقامة أقل من 100 م حيث نجد انه كلما زادت المسافة كلما زاد تأثير كروية الأرض وأصبح واضحا وبالتالي زادت نسبة الأخطاء

لإيجاد فرق منسوبي النقطتين على جانبي نهر فإننا نلجأ إلى الميزانية التبادلية، الموضحة بالشكل(97):



شكل(97)

- نضع الميزان عند النقطة A ونضع قامة على النقطة C وقامة على النقطة D الموجودة على الضفة الأخرى للنهر.
- نأخذ قراءتين على القامات الموضوعة فوق C,D ولتكن القراءة التي أخذت على النقطة C هي X والقراءة التي أخذت على النقطة D هي X1.
- ننقل الميزان الى النقطة B ونأخذ قراءة على النقطة D ولتكن هي Y ونأخذ قراءة على النقطة C ولتكن هي القراءة Y1.
- معدل الفرق هو الفرق الصحيح حيث:

$$\Delta X = X - X1$$

$\Delta Y=Y-Y1$

وبالتالي الفرق الصحيح "True Difference":

$$T.D=\frac{\Delta X+\Delta Y}{2}$$

- يتم حساب منسوب النقطة = منسوب النقطة المعلوم ± الفرق الصحيح بين النقطتين.

مثال:

من خلال عملية ميزانية عكسية بين ضفتي نهر، أخذت القراءات التالية:

$C= X=2.80$ m

$D=X_1= 1.64$ m

$C=Y_1= 4$ m

$D= Y = 3.15$ m

فإذا كان منسوب النقطة R.L(C)=19.14m، المطلوب إيجاد فرق المنسوب بين النقطتين(D,C).

الحل:

$\Delta X=X-X1= 2.8-1.64= 1.16$ m

$\Delta Y=Y-Y1= 4-3.15 = 0.85$ m

$$T.D=\frac{\Delta X+\Delta Y}{2}=\frac{1.16+0.85}{2}=1.005$$

R.L(D)=R.L(C) + T.D=19.14+1.005 = 20.145 m

التأكد من موازاة خط النظر لمحور ميزان التسوية في الميزان:

ذكرنا انه لابد من وضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين حتى نقلل من الأخطاء الناتجة عن الرصد، كما يجب أن تكون المسافة بين الجهاز والقامة لا تتجاوز 100 م حتى لا يدخل تأثير كروية الأرض وبالتالي تزيد من نسبة الأخطاء الناتجة عن الرصد.

موازاة خط النظر لمحور الميزان الطولي يعني: إنطباق خط النظر على المحور البصري للمنظار وهو ما يسمى بخط الانطباق، ويتم ذلك من خلال ما يسمى بطريقة الوتدين.

والهدف من هذا الانطباق: وقوع تقاطع الشعرات مع المحور البصري.

تعريف:

يعرف المحور البصري: بأنه الخط الواصل بين مركزي العدستين الشيئية والعينية.

طريقة الوتدين(Tow Peg Method):

أولاً: الميزان وضع في الحالة الثانية قريب جدا من النقطة A:

- نضع وتدين في كل من النقطتين A,B.
- نضع جهاز Level في منتصف المسافة بين النقطتين A,B.
- نراعي ان تكون المسافة بين الوتدين حوالي 60 م، وتكون الأرض شبه مستوية.
- نضع قامة في كل من A,B.
- نأخذ قراءة على A فنحصل على a1 ونأخذ قراءة على B فتكون b_1.

- ننقل الميزان إلى الوضع الثاني الذي يكون فيه قريب جداً من النقطة A، ونأخذ قراءة على القامة فوق A فتكون القراءة هي a_2 وهي فعليا ارتفاع الجهاز شكل(98).
- نأخذ قراءة على النقطةB ونأخذ قراءة فتكون b_2.
- نتحقق من موازاة خط النظر لمحور ميزان التسوية أي التأكد من ان خط النظر أفقي من خلال:

نوجد الفرق في قراءات الحالة الأولى.

ثم نوجد الفرق في قراءات الحالة الثانية.

ولكي يكون خط النظر أفقي يجب أن يكون:

$\Delta_1 = b_1 - a_1$

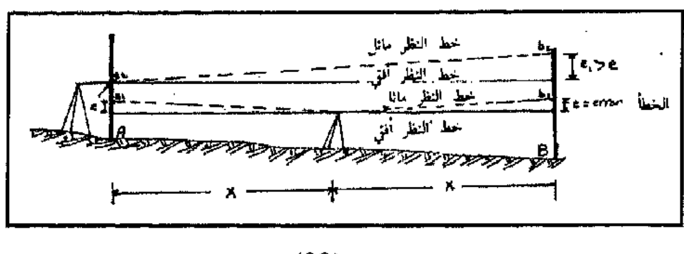
$\Delta 2 = b2 - a2$

$\Delta 1 = \Delta 2$ وهذا يعني ان خط النظر أفقي.

اما اذا كان $\Delta 1 \neq \Delta 2$ فهذا يعني أن خط النظر مائل ويجب تصحيحه.

ملاحظة:

عند إجراء عملية التصحيح فلابد من معرفة الحالة التي يتوجب تصحيح قراءتها ونجد انه كلم كان الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين فانه لا يوجد خطأ وبالتالي يكون الخطأ في الحالة الثانية التي تم فيها نقل الميزان وهنا لابد من الانتباه إلى القراءة التي يجب تصحيحها في الحالة الثانية وهي القراءة البعيدة عن جهاز الميزان أي b2.



شكل(98)

مثال:

وضع ميزان دمبي في منتصف المسافة بين النقطتين A,B واخذت قراءات فكانت في الحالة الأولى:

$a_1= 1.62,\ b_1= 2.221\ m$

ثم وضع الميزان قريبا من النقطة A فكانت القراءات في الحالة الثانية هي:

$a_2= 1.699,\ b_2= 1.965\ m$

هل خط النظر افقي ام مائل وفي حال خط النظر مائل فما هي القراءة الواجب أخذها عند النقطة B في الحالة الثانية.

الحل:

حتى يكون خط النظر أفقي لابد أن تتحقق العلاقة التالية:

$\Delta_1=\Delta_2$

حيث نجد:

$\Delta_1= b_1-a_1= 2.221-1.62=0.601$

$\Delta_2= b_2-a_2= 1.965-1.699=0.266$

وبالتالي نجد أن:

$\Delta_2 \neq \Delta_1$

وخط النظر مائل ولذلك يجب تصحيح القراءة عند النقطة B في الحالة الثانية:

$2.3\ m = 0.601 + 1.699$

ويجب تخفيض حامل الشعرات لكي يرتفع خط النظر من الوضع السابق 1.965 الى الوضع الحالي للقراءة 2.3.

ثانيا: وضع الميزان في الحالة الثانية بعيدا عن النقطة A والنقطة B:

مثال:

وضع جهاز الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين A,B وكانت المسافة بينهما 40 م، وأخذت قراءات في الحالة الأولى فكانت:

$a_1 = 1.52m,\ b_1 = 0.542\ m$

ثم نقل جهاز الميزان ووضع على بعد 15 م من النقطة B وأخذت قراءات فكانت في الحالة الثانية تساوي:

$a_2 = 1.36\ m,\ b_2 = 1.072\ m$

هل خط النظر أفقي أم لا، وفي حال وجود خطأ المطلوب تصحيحه في قراءات الحالة الثانية.

الحل:

حتى يكون خط النظر أفقي لابد من تحقق العلاقة:

$\Delta_1=\Delta_2$

$\Delta_1= b_1-a_1= 1.52-0.542= 0.978$ m

$\Delta_2= b_2-a_2= 1.36-1.072 = 0.288$ m

وبالتالي نجد ان خط النظر غير افقي:

$\Delta_2\neq\Delta_1$

لتصحيح الخطأ:

نفرض ان الخطأ في كل متر عن الوضع الصحيح = X.

إذن الخطأ عند القراء A على مسافة 55m = 55 X.

الخطأ عند القراءة B على مسافة 15m = 15X

وبالتالي:

تكون القراءة المصححة عند النقطة A في الحالة الثانية يساوي:

= القراءة الموجودة – مقدار الخطأ عند A

1.36 -55 X=

وتكون القراءة المصححة عند النقطة B في الحالة الثانية =

1.072– 15 X

وبالتالي يكون فرق الارتفاع الحقيقي بين النقطتين يساوي:

$(1.36-55X) -(1.072 -15 X) = 0.978$

$0.288 - 40X = 0.978$

$X = -0.0172$

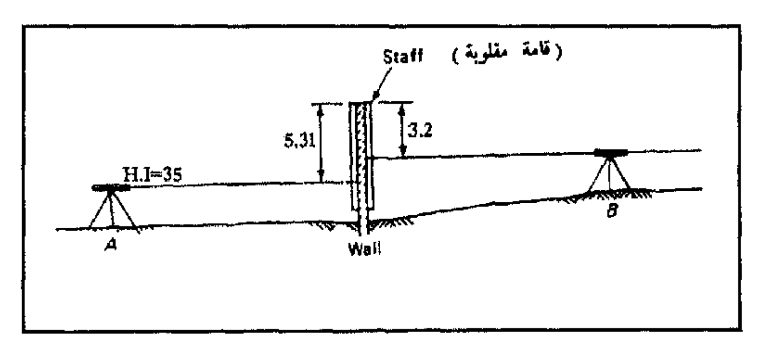
فتصبح قيمة القراءة عند النقطة A و b في الحالة الثانية هي:

$a_2 = 1.36 - 55(-0.0172) = 2.306\ m$

$b_2 = 1.072 - 15(-0.0172) = 1.33m$

العقبات التي تعترض الميزانية "Obstacles to Leveling":

يوجد بعض العقبات التي تعترض الميزانية أو تعيق من عملية الإلتفاف لرصد بقية النقاط المطلوبة ومنها وجود سور طويل وعال، أما في حال وجود بناية شكل(99)، فإننا يمكننا الإلتفاف حوله ومتابعة عملية الرصد من خلال مايلي:



شكل(99)

- نفترض أن منسوب سطح الميزان عند النقطة A هو 35m.
- نضع القامة بشكل مقلوب عند مستوى قمة الحائط ونأخذ قراءة ولتكن 5.31 ثم ننقل الميزان الى الطرف الأخر من البناية ونضع القامة بشكل مقلوب ونأخذ قراءة ولتكن 3.2 م، وبالتالي نجد منسوب قمة السور يكون:

B.S	F.S	H.I	R.L
		35	
-3.2	-5.31	31.8	37.11

وبالتالي يكون منسوب قمة السور: 37.11

منسوب سطح الميزان الجديد = 31.8

تثبيت مناسيب النقط:

عند إنشاء الطرق لابد من أن يتم تثبيت المناسيب من خلال مايلي:

- يكون منسوب أول نقطة(A) وهي أول محطة على محور الطريق معلوم وكذلك القراءة عند النقطة A.
- يتم حساب المناسيب التصميمية من معلومية المسافات بين النقاط والانحدار من خلال تطبيق القانون التالي:

منسوب أي نقطة = منسوب النقطة المعلوم ± المسافة التراكمية X الانحدار...............(أ).

مثال:

المطلوب إنشاء طريق انحداره 1٪ إلى الأعلى ومنسوب أول محطة على محور الطريق:

R.L (A) = 19.68 m ، وثبتت أوتاد على مسافات كل منها تساوي 30 م

والمطلوب حساب:

أ. حساب المناسيب التصميمية لبقية النقاط.

ب. وإيجاد القراءات على القامة للنقطة B.

الحل:

يتم حساب المناسيب التصميمية من العلاقة(أ):

$$R.L\ (B) = R.L\ (A) + \frac{1}{100} * Distance$$

$$R.L\ (B) = 19.68+30*\frac{1}{100} = 19.98m$$

$$19.68 + 60*\frac{1}{100} = 20.28\ m\ R.L(C) =$$

$$19.68 + 90*\frac{1}{100} = 20.58\ m\ R.L\ (D) =$$

وهكذا نتابع بالنسبة لبقية النقاط.

لإيجاد القراءة على النقطة B بمعلومية منسوب A وقراءة القامة الموضوعة فوق A ولتكن القراءة الأولى وهي مؤخرة = 1.75 م، يتم إيجاد قراءة B من خلال مايلي:

تجد منسوب سطح الميزان(H.I) بمعلومية المؤخرة والمنسوب حيث:

$$H.I = 19.68 + 1.75 = 21.43\ m$$

قراءة القامة عند النقطة B تساوي:

$$H.I - RL(B) = 21.43 - 19.98 = 1.45\ m$$

وهو المطلوب.

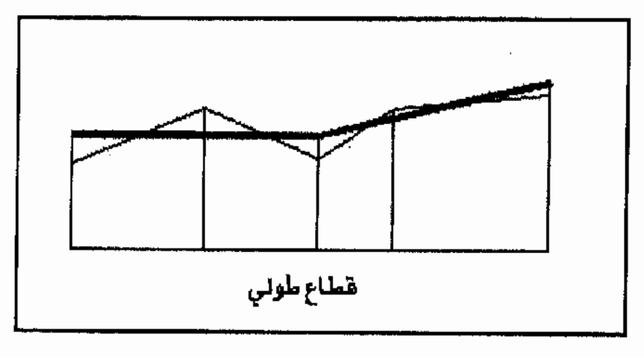
المقاطع الطولية(Longitudinal Sections):

تعريف:

القطاعات الطولية(Profiles) هي: من نتائج أعمال الميزانية التي تمتد على طول المحور مثل أعمال الطرق ومد الأنابيب وغيرها.

ويحتوي المعلومات المتعلقة بسطح الأرض وبالمشروع مثل نقطة بداية المشروع ونقطة نهاية المشروع وكذلك نقاط تغيرالانحدارات.

وتوضح المقاطع الطولية التغيرات في طبيعة الأرض على طول المحور المدروس مما يمكننا من حساب كميات الأتربة، شكل(100).

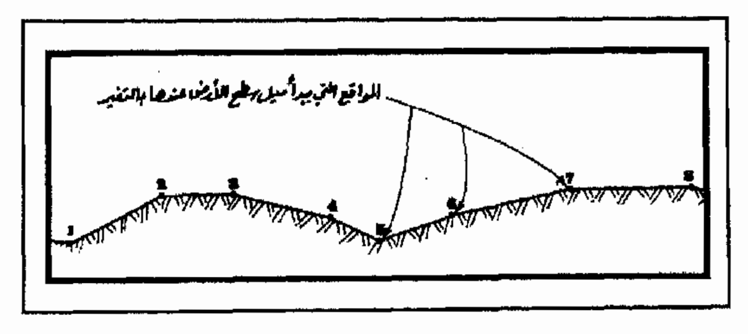


شكل(100)

- طريقة عمل المقاطع الطولية:

- في البداية نقوم بتحديد نقطة معلومة المنسوب(B.M) حيث يتم الاستناد إليها لحساب مناسيب بقية النقاط.

- يتم تحديد مواقع النقاط على الاتجاه المطلوب لغرض حساب مناسيبها وتتفاوت المسافة بين نقطة وأخرى وذلك حسب الاتجاه وطبوغرافية الأرض، حيث تغيرهما يتعين زيادة النقاط مع التقارب بينهما
- أيضا تؤخذ النقاط كل(20- 50- 100) م، ويتم وضع أوتاد على سطح الأرض.
- يتم وضع الميزان بحيث يمكن الراصد من أخذ اكبر عدد ممكن من القراءات دون ان يضطر الى نقل الميزان حيث يتم رصد وأخذ قراءات النقطة الأولى الموجودة في بداية المقطع ثم يتم نقل القامة على بقية النقاط.
- يتم قياس المسافة الأفقية بين جميع النقط التي تم رصد مناسيبها على طول المقطع وتدون في دفتر الميزانية كمسافات متجمعة من بداية خط المقطع.
- نستمر بأخذ القراءات حتى نهاية المقطع مع ملاحظة تدوين نقاط الدوران وهي التي تنتج بسبب نقل الميزان من مكان إلى آخر، شكل(101).

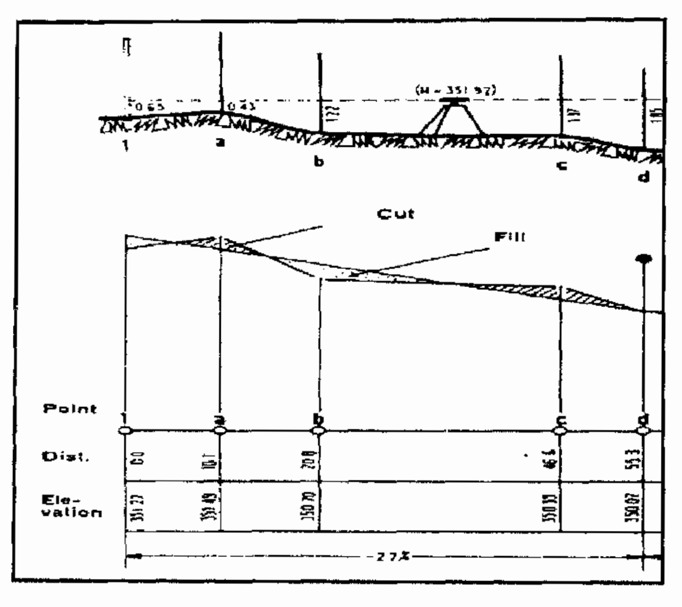


شكل(101)

رسم المقاطع الطولية:

لرسم المقاطع الطولية شكل(102) نتبع الخطوات التالية:

- حساب مناسيب النقاط التي تم تحديدها في الطبيعة وإجراء التحقيقات اللازمة.
- حساب مناسيب خط الإنشاء.



شكل(102)

خطوط الإنشاء:

تعرف بأنها: خط تصميمي وهو ينتج من تغير شكل تضاريس الأرض من خلال وجود حفر أو ردم وحساب الحجوم، حيث يقوم المهندس المصمم للمشروع بتحديد اتجاه خط المشروع ومنسوب النقطة الأولى وبتحديد درجة الميل ومن ثم يتم

تصميم عدة خطوط ويتم اختيار خط الإنشاء الذي يحقق غرض المشروع بأقل كلفة ممكنة.

- نجد أن الطول الأفقي للمقطع الطولي يعتبر كبير بالنسبة لفرق الارتفاع على طوله ولذلك يتم استخدام مقياس رسم عامودي اكبر من مقياس الأفقي لكي يتسنى لنا بيان تضاريس الأرض وحيث تؤخذ مقياس الرسم الأفقي 1:1000، والعامودي 1:100.
- منسوب أي نقطة على خط الإنشاء = منسوب أول نقطة ±(ميل خط الإنشاء x المسافة التراكمية).

المسافة التراكمية تعرف بأنها:

المسافة من النقطة الأولى لمشروع إلى النقطة المطلوب حساب منسوبها.

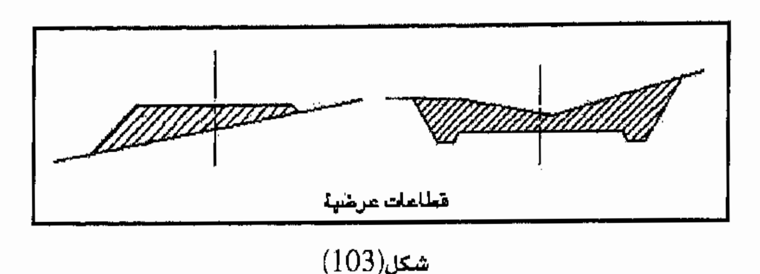
إشارة(+): تعني أن الميل للأعلى.

إشارة(−): تعني أن الميل للأسفل.

- القطاعات العرضية(Cross Sections):

يلزمنا أحيانا معرفة تضاريس الأرض على يمين وشمال محور المشروع الطولي، لذلك فإنه يتم قياس النقاط المختارة على اتجاهات تتعامد مع محور المشروع، وتسمى هذة الاتجاهات بالمقاطع العرضية، شكل(103).

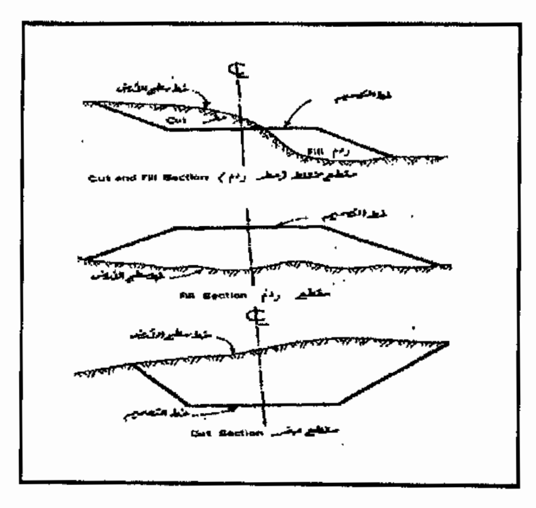
- تتباعد هذه المقاطع عن بعضها البعض حسب طبيعة الأرض ودرجة الدقة ودرجة ميل الأرض إلا انها تؤخذ كل(10- 50) م وعادة يتم اخذها كل 20 م بين كل قطاعين.



شكل(103)

كيفية تنفيذ القطاعات العرضية في الطبيعة:

- يتم تعيين نقاط القطاع الأرضي على مسافة تغير طبيعة سطح الأرض أو على مسافات ثابتة شكل(104).
- يجب مراعاة أن تغطي النقاط عرض الشارع.
- يتم رسم القطاعات العرضية وذلك باختيار محورين متعامدين إحداهما أفقي للمسافات الأفقية والآخر رأسي للمناسيب، ويتم رسمه بمقياس رسم 1:100 للأفقي والعامودي.



شكل(104)

الميزانية الشبكية

إن الهدف الأساسي من الميزانية الشبكية هي بيان تضاريس الأرض من خلال رسم خطوط الكنتور(Contor Lines)، على الخارطة فتوضح التغير في سطح الأرض.

خط الكنتور:

تعريفه:

خطوط الكنتور تسمى بخطوط المنحنيات الأفقية وتعرف بأنها عبارة عن:

تقاطع سطح الأرض بمستوى أفقي معلوم المنسوب، ويعرف أيضاً بأنه خط وهمي متعرج يمر بنقاط متساوية المنسوب ونجد أن خطوط الكنتور توضح الارتفاعات والانخفاضات على الخريطة.

مثال:

خط الكنتور 40 م يعتبر الخط الذي يجمع كل النقط ذات منسوب 40 م.

الفترة الكنتورية:

تعرف بأنها المسافة الراسية بين كل خطي كنتور متتالين.

أو تعرف بأنها فرق الارتفاع بين كل خطي كنتور متتاليين.

فإذا وجدنا في الخارطة الكنتورية خطوط كنتور متتالية 10,15,20,25 فإن الفترة الكنتورية تساوي 5 م وتكون ثابتة على نفس الخارطة.

- الخريطة الطبوغرافية:

هي خريطة مساحية تبين شكل الأرض من ارتفاعات وانخفاضات عن طريق رسم خطوط الكنتور وكذلك يوضح المعالم الطبيعية والمعالم الصناعية الموجودة على سطح الأرض.

❖ **العوامل التي يتوقف عليها اختيار الفترة الكنتورية:**

تتراوح الفترة الكنتورية غالباً مابين(5- 10) م، وقد تقل لتصبح متراً أو أقل وقد تزيد عن 20 م ويتحكم في اختيارها عدة عوامل هي:

1. مقياس الرسم:

حيث نجد أن الفترة الكنتورية كلما كانت قليلة كلما كان مقياس الرسم صغير، وكلما كان مقياس رسم الخريطة كبير.

2. دقة الخارطة:

كلما زادت دقة الخارطة كلما وجب تقليل الفترة الكنتورية، لزيادة المعلومات وتفاصيل الخارطة.

3. الزمن والتكاليف:

عندما تقل الفترة الكنتورية يزداد عدد خطوط الكنتور وبالتالي تزداد عدد النقاط في الطبيعة ويزداد زمن الانجاز وكذلك تزداد التكاليف.

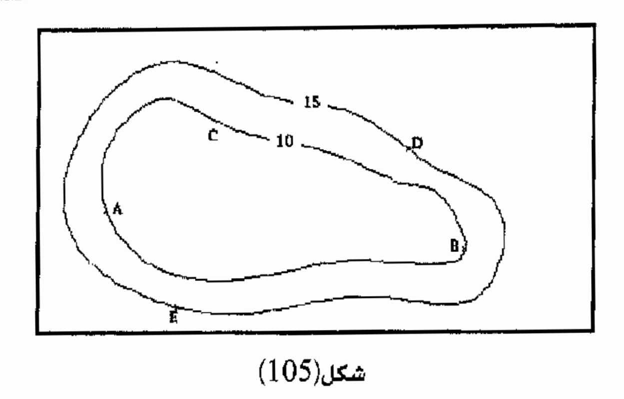
4. طبيعة سطح الأرض:

كلما كان الانحدار اكبر كلما زادت الفترة الكنتورية وكلما كانت الأرض متبسطة، كلما صغرت الفترة الكنتورية لأن التغيرات تكون بسيطة جدا والمسافات بين خطوط الكنتور كبيرة.

والجدول التالي يوضح الفترات الكنتورية في حال تغير مقياس الرسم وكذلك بالنسبة لطبيعة الأرض:

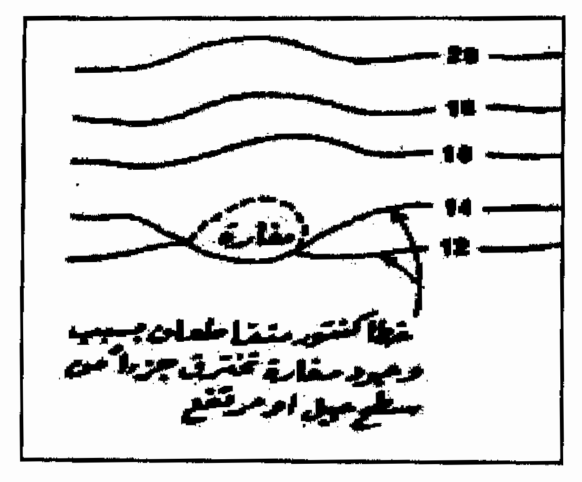
مقياس رسم الخريطة	طبيعة الارض	الفترة الكنتورية المقترحة (م)
كبير (١/١٠٠٠ أو اقل)	منبسطة	٠,٢ — ٠,٥
	متوسطة	٠,٥ — ١,٠
	مرتفعة	١ - ٢
متوسط (١/١٠٠٠ — ١/١٠٠٠٠)	منبسطة	٠,٥ — ١,٥
	متوسطة	١,٥ - ٢,٠
	مرتفعة	٢,٠ - ٣,٠
صغير (اكبر من ١/١٠٠٠٠)	منبسطة	١ -٣
	متوسطة	٣ -٥
	مرتفعة	٥ -١٠
	سلاسل جبلية	١٠ -٢٥ -٥٠

- خصائص خطوط الكنتور(Characteristics of Contours):
- جميع النقاط الواقعة على خطوط كنتور معين تكون ذات منسوب واحد ثابت هو منسوب الخط، شكل(105).



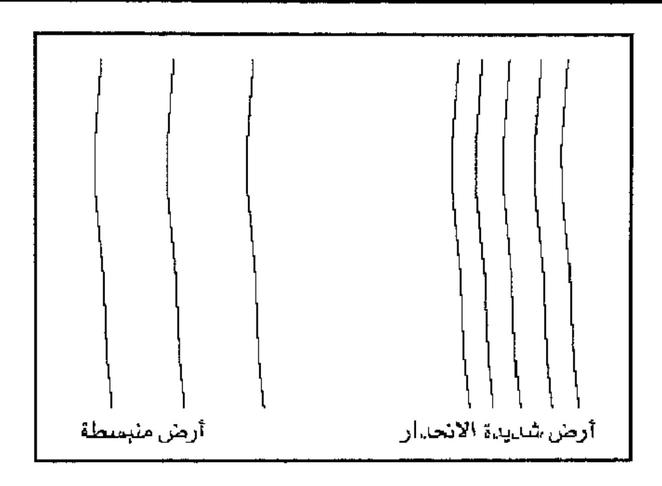
شكل(105)

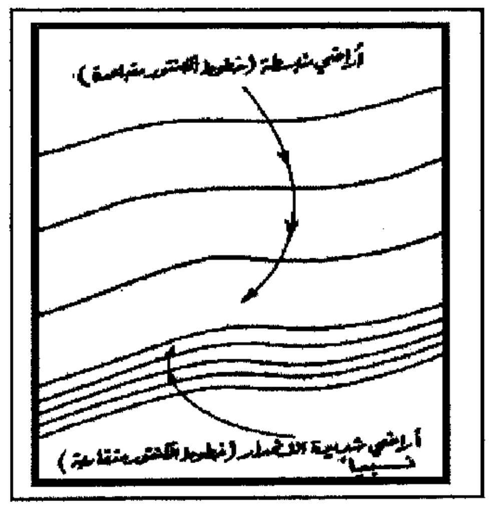
- خطــوط الكنتــور لا تتقــاطع إلا في حــالات نــادرة كوجــود مغــارة مــثلا، شكل(106).



شكل(106)

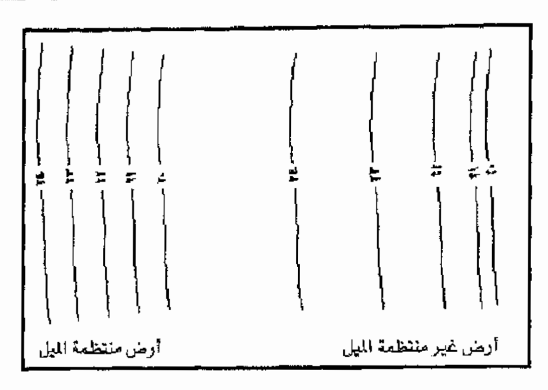
- تتقارب خطوط الكنتور من الانحدارات الشديدة وتتباعد في الأراضي السهلة الانحدار، شكل(107).





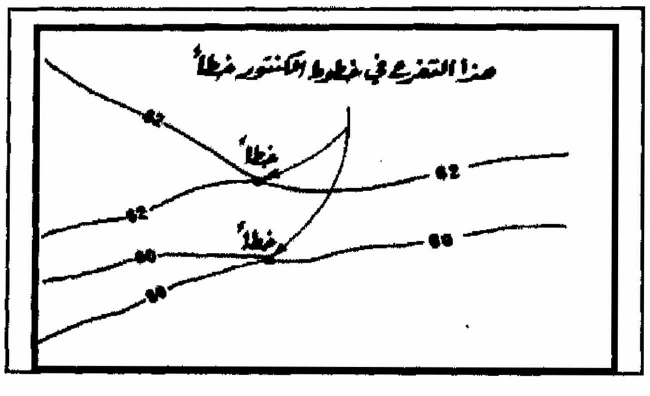
شكل(107)

- خطوط الكنتور يجب أن تكون جميعها على شكل حلقة مقفلة على نفسها داخل حدود الخارطة أو خارج اللوحة.
- خطوط الكنتور تتقارب من الانحدارات الشديدة وتتباعد في الأراضي السهلة الانحدار، شكل(108).



شكل(108)

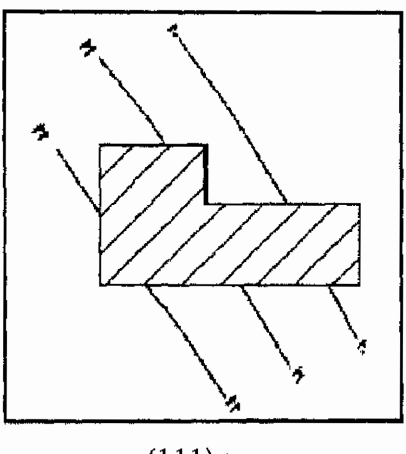
- لا تنقسم خطوط الكنتور إلى خطين أو أكثر أو تتفرع، شكل(109).



شكل(109)

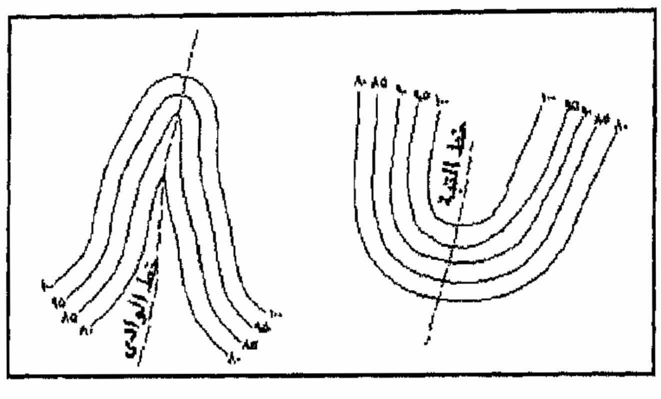
- خطوط الكنتور المغلقة على نفسها والتي تتزايد أرقامها من الخارج إلى الداخل تدل على وجود مرتفع إما التي تتزايد أرقامها من الداخل إلى الخارج فتدل على وجود منخفض.
- خطوط الكنتور كثيرة التعاريج في الخارطة تدل على طبيعة أرض غير منتظمة السطح.

- خطوط الكنتور الذي يقفل على نفسه داخل حدود الخارطة وليس بداخله خط كتنور أخر يدل على وجود قمة أو منخفض.
- خطوط الكنتور لا تقطع حدود المباني شكل(110).



شكل(111)

- خطوط الكنتور تتماس في حالة المقطع الرأسي في الأرض.
- خطوط الكنتور المتموجة الشكل تدل على وجود سلسلة من الارتفاعات أو الانخفاضات.
- خطوط الكنتور التي على شكل حرف V تدل على وجود الأودية ويكون التقعر للأسفل، شكل(112).



شكل(112)

- طرق تعيين خطوط الكنتور" Methods of determining Contours":

للحصول على خريطة كنتورية عدة طرق منها:

1. طريقة الميزانية الشبكية:

تستخدم الميزانية الشبكية في الأراضي الشبه مستوية والتي فروق المناسيب بين نقاطها قليل، وبالتالي تعتمد فكرة إنشاء الخرائط الكنتورية إلى اخذ نقاط من الطبيعة ثم قياس أو حساب مناسيبها، وعملية تعيين خطوط الكنتور هي إيجاد الأماكن الصحيحة التي تمر بها خطوط الكنتور بين هذه النقاط المعلومة المنسوب.

ويتم إيجادها بطريقتين:

أ. طريقة المربعات أو المستطيلات:

حيث يقسم سطح الأرض إلى مربعات أو مستطيلات متساوية، وتختلف هذه الأبعاد حسب طبيعة الأرض والدقة المطلوبة والوقت والجهد المسموح به لانجاز المهمة وتتراوح هذه الأبعاد من 3- 30 م، وتعطي لصفوف الشبكة مجموعة من الأحرف وللأعمدة مجموعة من الأعداد.

ب. طريقة المحور:

يتم فيها تثبيت محور مستقيم في وسط الأرض وتغرس على هذا المحور شواخص وتشكل قطاعات عرضية عامودية على المحور.

2. توقيع النقاط ومناسيبها على الخريطة:

بعد أن يتم عمل ميزانية شبكية نحصل على مجموعة من النقاط الناتجة عن تقاطع اسطر وأعمدة الشبكية حيث يتم كتابة قيمة الارتفاع أو المنسوب على كل زاوية من زوايا المستطيلات أو المربعات المشكلة للشبكية

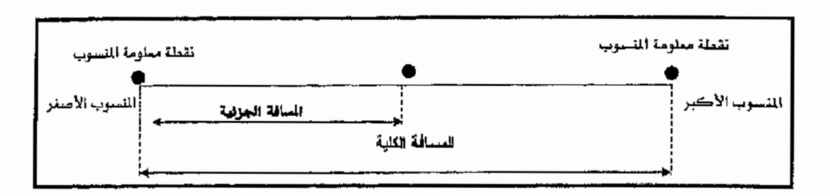
3. بعد توقيع هذه النقاط يتم تحديد خطوط الكنتور حسب الغرض.

طرق رسم خطوط الكنتور:

أ. الطريقة الحسابية:

يراعى في هذه الطريقة أن يكون سطح الأرض ذات انحدار منتظم وثابت وهذه الطريقة مناسبة للشبكات الصغيرة ذات عدد محدود من المربعات أو المستطيلات وتعتمد هذه الطريقة على مايلي:

- يتم تحديد وكتابة منسوب كل نقطة على ورقة الرسم.
- يتم تحديد النقاط التي تمر بينها خطوط الكنتور.
- لتحديد مواقع هذه النقاط نعتمد على أن المسافة الكلية بين النقطتين تكون معلومة، وبالتالي يتم حساب المسافة الجزئية من خلال مايلي:



$$\text{المسافة الجزئية} = \frac{\text{الفرق الجزئي في المنسوب}}{\text{الفرق الكلي في المنسوب}} \times \text{المسافة الكلية}$$

الفرق الجزئي هو:

الفرق بين منسوب النقطة المطلوبة والمنسوب الأصغر.

الفرق الكلي هو:

الفرق بين المنسوب الأكبر والمنسوب الأصغر.

مثال:

نقطتين منسوب الأولى 70.20 م ومنسوب الثانية 73.03 م والمسافة بينهما 10 م.

المطلوب رسم خطوط الكنتور بفترة كنتورية تساوي متر ونصف ما هي خطوط الكنتور التي تمر بهاتين النقطتين وبعدها عن النقطة ذات المنسوب الأصغر؟

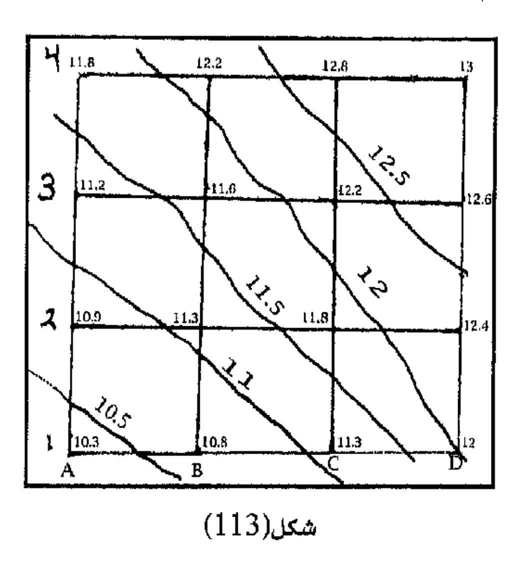
الحل:

مسافة جزئية 1 = $10 * \frac{(71-70.2)}{(73.03-70.2)}$ = 4.24 م

مسافة جزئية 2 = $10 * \frac{(72-70.2)}{(73.03-70.2)}$ = 6.36 م

مثال:

قطعت ارض رسمت بمقياس رسم 1:200، وقسمت إلى شبكة من المربعات أبعادها 7 م والمطلوب رسم خطوط الكنتور بفترة كنتورية 0.5 م، الشكل(113):



شكل(113)

الحل:

حسب مقياس الرسم المستعمل تكون المسافة بين النقطتين على الخارطة تساوي:

مسافة = $\frac{7*100}{200} = 3.5\ m$

ويكون فرق الارتفاع بين نقطتين يساوي 0.5 م وبالتالي لإيجاد المسافة الجزئية لخط الكنتور 10.5 من خلال:

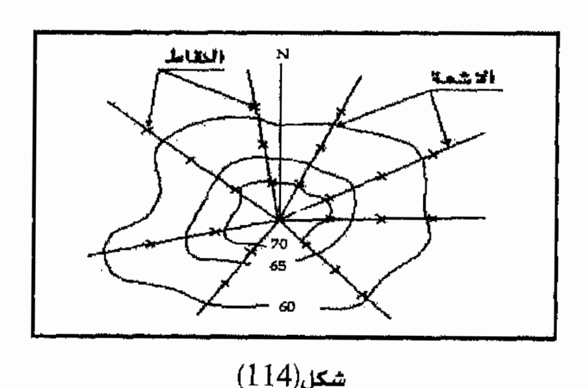
المسافة الجزئية = $\frac{\text{الفرق الجزئي في المنسوب}}{\text{الفرق الكلي في المنسوب}}$ × المسافة الكلية

المسافة الجزئية = $1.4\ m = 3.5 \times \frac{(10.5-10.3)}{(10.8-10.3)}$

ونتابع إيجاد المسافات الجزئية لجميع نقاط خطوط الكنتور ثم بعد ذلك يتم الوصل بينها لنحصل في النهاية على خطوط الكنتور.

ثانياً: طريقة الإشعاع(Radial Lines):

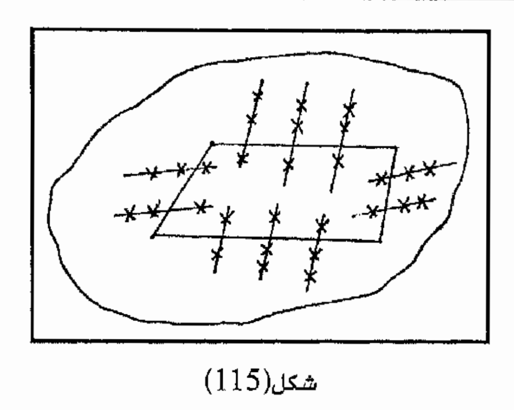
يتم تثبيت النقاط عند المناطق العالية وعند كل نقطة تؤخذ مجموعة من الأشعة وعلى كل شعاع مجموعة من النقاط حيث يتم تحديد اتجاه الشمال(N)، وهذه النقاط تتحدد مناسيبها عند كل تغير في طبيعة الأرض أو عند انحدار الأرض، شكل(114).



شكل(114)

ثالثاً: طريقة المقاطع العرضية(Cross Sections Method):

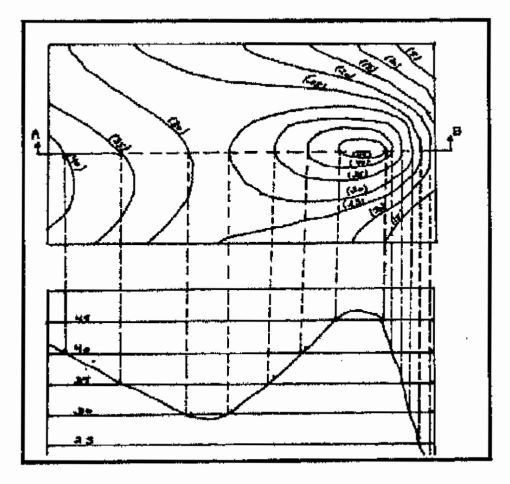
يتم ذلك من خلال اخذ قطاعات عرضية على المقاطع الطولية حيث يتم اخذ مناسيب النقاط في الأماكن التي يتغير فيها طبيعة سطح الأرض ثم نقوم برسم خطوط الكنتور كما سبق، شكل(115).



شكل(115)

- عمل القطاعات من خطوط الكنتور:

يساعدنا ذلك في معرفة طبيعة سطح الأرض من خلال قطع خطوط الكنتور بمستوي قطع ومن نقاط تقاطع خط القطع مع خطوط الكنتور ننزل أعمدة على مستقيمات متوازية تكون المسافات الراسية بينهما تساوي الفترة الكنتورية، وتكون المسافة بين العمود والأخر مساوية للبعد الأفقي بين خطي كنتور باتجاه المقطع المطلوب، والشكل(116) يوضح ذلك:



شكل(116)

الوحدة السابعة

توقيع المشاريع

(Setting out Projects)

توقيع المشاريع(Setting out Projects)

ذكرنا سابقا أن عملية رفع المشاريع هي:

نقل التفاصيل الموجودة في الطبيعة إلى الخرائط.

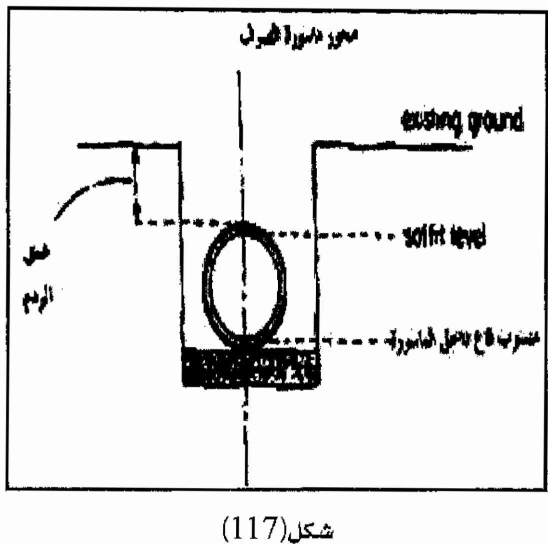
بينما عملية توقيع المشاريع تعني:

نقل التفاصيل الموجودة في الخرائط إلى الطبيعة من خلال استخدام ألواح توجيه تحدد خطوط ومناسيب المشروع وكذلك الاستعانة بالأوتاد وبمسطرة T خشبية.

توقيع محاور مواسير الصرف الصحي(Setting out Sewers and Drains):

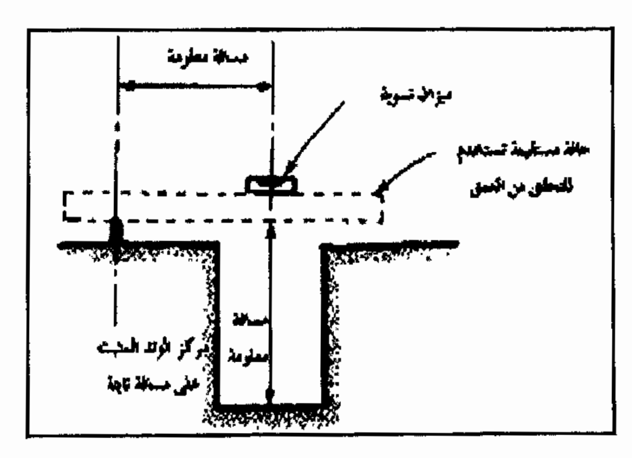
يتم توقيع محاور المواسير على مراحل كما يلي:

- يتم في البداية تعيين ميل وانحدار الأرض بين النقطتين اللتان سيوصل بينهما خط المجاري.
- يقصد بإنحدار الأرض نسبة فرق المنسوب بين النقطتين إلى المسافة الأفقية بينهما.
- يتم الحصول على هذه المناسيب والمسافات من الخريطة الطبوغرافية
- تصميم شبكات الصرف الصحي يعتمد على دفع التصريف فيها وعلى قوة الجاذبية الأرضية.
- منسوب الماسورة يعطي على أساس منسوب الحافة السفلية الداخلية، شكل(117).



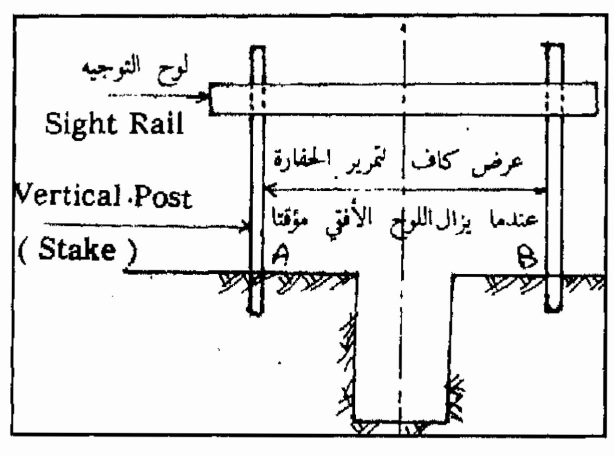
شكل(117)

- توقيع المناسيب على جميع نقاط تغير انحدار الماسورة وكذلك على طول القطاع الطولي، وعلى مسافات من 10- 20 م، وعند تفرعات المواسير.
- يتم غرس أوتاد على خط موازي لخط المحور الطولي وعلى بعد مناسب منه، شكل(118).



شكل(118)

- يتم وضع قضبان التوجيه بارتفاع مناسب فوق منسوب الماسورة وعادة يؤخذ بين(1 - 1.5) م، ويكون لوح التوجيه عامودي على محور الماسورة.
- نعين اتجاه محور الماسورة من خلال دق مسامير في الحافة العليا لألواح التوجيه الأفقية، شكل(119).
- توضع الماسورة على الميل المطلوب باستعمال المسطرة الخشبية وذلك بوضع حافتها العليا على مساواة حافة لوح التوجيه الأفقي تماما.
- طرف المسطرة السفلي يعين منسوب الماسورة الداخلي.



شكل(119)

مثال:-

إذا كان منسوب الماسورة الداخلي عند المنهل(A) يساوي 156.3 م، ويراد مد خط مجاري بطول يساوي 132 م، حيث يميل خط المجاري بنسبة1٪ من(B) نحو(A)، واذا كان طول مسطرة(T) =4 م وكانت قراءة الميزان الذي وضع بالقرب من النقطة(B) على قامة موضوعة على نقطة ثابتة(B.M) منسوبها 157.32م وتساوي 1.68 م، احسب قراءة القامة المطلوبة لوضع لوح التوجيه عند B.

الحل:-

منسوب حافة لوح التوجيه عند النقطة(A) = منسوب الماسورة الداخلي + طول مسطرة T.

= 156.3 + 4 = 160.3 م.

منسوب حافة لوح التوجيه عند النقطة(B) = منسوب حافة لوح التوجيه عند A + المسافة ÷ الميل

$= 160.3 + 132 \div \frac{1}{100} = 161.62$ م

سطح الميزان(H.I) = 157.32 + 1.68 = 159 م.

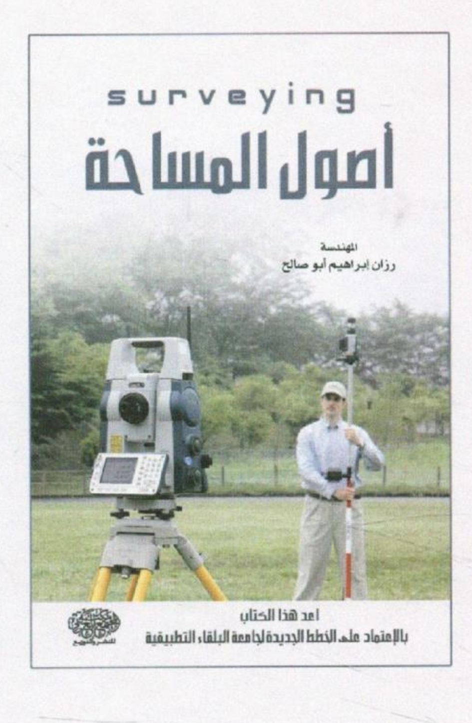
قراءة القامة عند النقطة(B) = سطح الميزان – منسوب حافة لوح التوجيه عند(B):

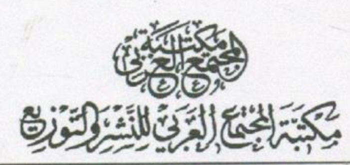
= 159 – 161.62 = 2.62 م

المراجع

1. يوسف صيام(1983)، أصول في المساحة، الجامعة الأردنية – عمان الأردن.
2. محمـد نبيـل علـي شـكري، المسـاحة المسـتوية الطبوغرافيـة، منشـأة المعـارف بالإسكندرية، مصر.
3. يوسف، محمد فريد البرامج العلمية للمساحة، دار الراتب الجامعة، بيروت،
4. أبو هنطش، احمد – المساحة – عمان الأردن.
5. Davis, Raymod E, Foote, Francis, Anderson, James M. and Mikhail ED Ward M (1981).Surveying:Theory and practice. Mc Graw-Hill.

أصول المساحة
surveying





الأردن-عمان-وسط البلد-ش السلط-مجمع الفحيص التجاري-تلفاكس، 2739 463 6 962+
خلوي5651920 79 962+ ص-ب 8244 الرمز البريدي 11121 جبل الحسين الشرقي

الأردن - عمان - الجامعة الأردنية - ش. الملكة رانيا العبدالله - مقابل كلية الزراعة - مجمع زهدي حصوة التجاري

www.muj-arabi-pub.com

E-mail:Moj_ pub@hotmail.com